

538,594

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Juni 2004 (24.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/053711 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G06F 15/16

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-
Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/004060

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Dezember 2003 (10.12.2003)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JUNG, Ste-
fan [DE/DE]; Holzstr. 15d, 80469 München (DE).
LAUTERBACH, Christl [DE/DE]; Rosenstr. 6, 85635
Höhenkirchen-Siegertsbrunn (DE). STROMBERG,
Guido [DE/DE]; Dreimühlenstr. 11, 80469 München
(DE). STURM, Thomas [DE/DE]; Am Sportpark 5,
85551 Kirchheim (DE). STÖHR, Annelie [DE/DE];
Heidelberger Str. 12, 80804 München (DE). WEBER,
Werner [DE/DE]; Franz-Marc-Str. 6/3, 80637 München
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

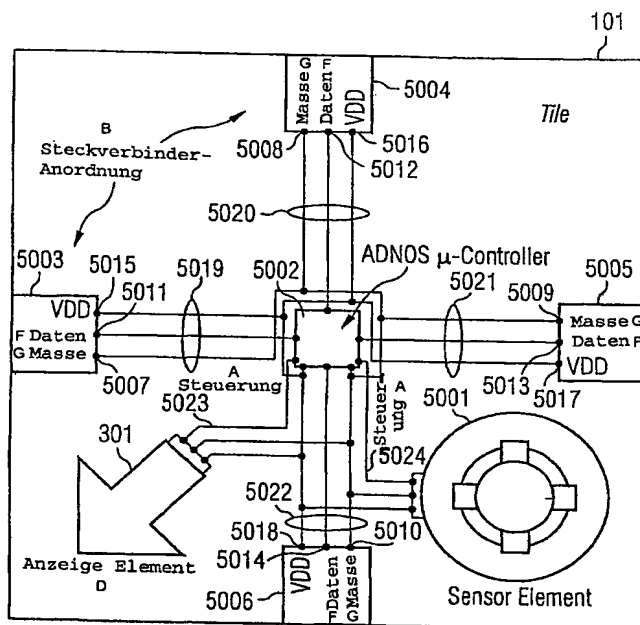
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 57 672.6 10. Dezember 2002 (10.12.2002) DE
103 37 940.1 18. August 2003 (18.08.2003) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SURFACE PANELING MODULE, SURFACE PANELING MODULE ARRANGEMENT AND METHOD FOR DE-
TERMINING THE DISTANCE OF SURFACE PANELING MODULES OF THE SURFACE PANELING MODULE ARRANGE-
MENT TO AT LEAST ONE REFERENCE POSITION, PROCESSOR ARRANGEMENT, TEXTILE FABRIC STRUCTURE AND
SURFACE PANELING STRUCTURE

(54) Bezeichnung: FLÄCHEN-VERKLEIDUNGSMODUL, FLÄCHEN-VERKLEIDUNGSMODUL-ANORDNUNG
UND VERFAHREN ZUM BESTIMMEN EINES ABSTANDS VON FLÄCHEN-VERKLEIDUNGSMODULEN DER
FLÄCHEN-VERKLEIDUNGSMODUL-ANORDNUNG ZU MINDESTENS EINER REFERENZPOSITION, PROZESSOR-AN-
ORDNUNG, TEXTILGEWEBESTRUKTUR UND FLÄCHEN-VERKLEIDUNGSSTRUKTUR



A CONTROL
B CONNECTOR ARRANGEMENT
D DISPLAY ELEMENT
F DATA
G GROUND

(57) Abstract: The invention relates to a surface paneling module that comprises a power supply connection and a data transfer interface as well as a processor that is coupled to the power supply connection and the data transfer interface.

(57) Zusammenfassung: Flächen-Verkleidungsmodul, Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung und Verfahren zum Bestimmen eines Abstands von Flächen-Verkleidungsmodulen der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung zu mindestens einer Referenzposition, Prozessor-Anordnung, Textilgewebestruktur und Flächen-Verkleidungsstruktur Ein Flächen-Verkleidungsmodul weist einen Stromversorgungsanschluss und eine Datenübertragungs-Schnittstelle auf sowie einen Prozessor, der mit dem Stromversorgungsanschluss und der Datenübertragungsschnittstelle gekoppelt ist.

WO 2004/053711 A2



(74) **Anwalt: DOKTER, Eric-Michael;** Viering, Jentschura & Partner, Steinsdorfstr. 6, 80538 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Flächen-Verkleidungsmodul, Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung und Verfahren zum Bestimmen eines Abstands von
5 Flächen-Verkleidungsmodulen der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung zu mindestens einer Referenzposition, Prozessor-Anordnung, Textilgewebestruktur und Flächen-Verkleidungsstruktur

- 10 Die Erfindung betrifft ein Flächen-Verkleidungsmodul, eine Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung, ein Verfahren zum Bestimmen eines Abstandes von Flächen-Verkleidungsmodulen der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung zu mindestens einer Referenzposition, eine Prozessor-Anordnung, eine
15 Textilgewebestruktur und eine Flächen-Verkleidungsstruktur.

In vielen Bereichen der Haustechnik und bei vielen Messeaufbauten besteht das Bedürfnis, Sensorik und Aktorik, vorzugsweise Anzeigeelemente, auf einfache Weise in Fußböden,
20 Wänden oder Decken zu verlegen. Dabei sollen Fußböden, Wände oder Decken wahlweise oder in Kombination Berührung und/oder Druck wahrnehmen können und auf die Existenz einer Berührung und/oder eines Drucks mit einer optischen Anzeige oder einer akustischen Anzeige reagieren.

- 25 Die benötigte großflächige Sensorik bzw. die großflächigen Anzeigeeinheiten sollen auf einfache, kostengünstige und fehlertolerante Weise angebracht und betrieben werden können. Insbesondere soll die Installation der Sensorik bzw. Aktorik
30 auf vielfältige Größen und geometrische Formen von einem Fußboden, einer Wand oder einer Decke anpassbar sein.

- Zur Integration von Sensorik bzw. Aktorik in einen Fußboden, eine Seitenwand oder die Decke eines Raumes ist es bekannt,
35 in einer kundenspezifischen Lösung die gewünschten Sensoren bzw. Aktoren in den Fußboden, die Wand oder die Decke zu verlegen.

Die Speziallösungen erfordern einen hohen planerischen Aufwand, wobei jeweils noch bei der Planung des Gebäudes genau anzugeben ist, an welchen Orten die jeweilige Sensorik bzw. Aktorik vorzusehen ist.

Ein weiterer Nachteil besteht bei einer solchen Speziallösung darin, dass jeder Sensor bzw. jeder Aktor individuell angesteuert wird und jeweils getrennt mit Stromleitungen und Datenleitungen versehen wird. Die Datenleitungen wurden einzeln oder über gesondert zu installierende Router zu einer zentralen Recheneinheit geführt. Ferner ist gemäß dem Stand der Technik eine komplexe Steuersoftware zum Ansteuern der jeweiligen Sensoren bzw. Aktoren erforderlich, welche auf die spezielle Geometrie der jeweiligen Speziallösung angepasst werden muss, um eine räumliche oder ebene Erfassung von Objekten, insbesondere von Personen zu ermöglichen.

Somit sind solche Speziallösungen für den Massenmarkt ungeeignet, da sie unflexibel und teuer sind.

Ferner ist in [1] eine fehlertolerante Architektur selbstorganisierender Anzeigefelder und Sensorfelder im Bereich der Mikroelektronik, anders ausgedrückt im Bereich eines Mikrosystems, bekannt.

[2] beschreibt ein Steuerungspaneel mit Tasten und einer Steuerungsplatine.

Weiterhin ist in [3] ein Fußboden-Verkleidungsmodul beschrieben, in welches Stromkabel oder Datenkabel permanent installiert sind und mit einem Stromkabel oder Datenkabel eines anderen Fußboden-Verkleidungsmoduls gekoppelt sind. In dem Fußboden-Verkleidungsmodul können zusätzlich Computerchips und Sensoren enthalten sein, beispielsweise zum Erfassen von Temperatur oder einem auf dem Fußboden-Verkleidungsmodul lastenden Gewicht.

Problematisch ist bei der aus [1] bekannten Prozessor-Anordnung allgemein, dass jeder Prozessor mit vier bzw. sechs voneinander unabhängigen bidirektionalen
5 Kommunikationsverbindungen zu den jeweiligen vier, bzw. sechs Nachbar-Prozessoren ausgestattet sein muss.

Zwar verfügen die meisten heutzutage kommerziell erhältlichen, kostengünstigen Mikrocontroller, d.h.
10 Prozessoren, welche sich als zentrales Steuerungselement in den Prozessorelementen, welche die Prozessoren enthalten, anbieten, über standardisierte Kommunikationsschnittstellen, jedoch ist die Anzahl der von einem Mikrocontroller üblicherweise bereitgestellten standardisierten
15 Kommunikationsschnittstellen deutlich geringer als die in der oben beschriebenen Prozessor-Anordnung erforderlichen vier, bzw. sechs Kommunikationsschnittstellen.

Daher müssten in der in [1] beschriebenen Prozessor-Anordnung
20 in jedem Prozessorelement zu den Kommunikationsschnittstellen der Prozessoren zusätzliche Kommunikationsbausteine eingesetzt werden, um die zusätzlich erforderlichen Kommunikationsschnittstellen zu realisieren, wodurch die Materialkosten und der Integrationsaufwand zum Herstellen
25 einer Prozessor-Anordnung deutlich erhöht würde.

Ferner sind unterschiedliche Bussysteme bekannt, wie beispielsweise ein Bussystem, bei dem eine Seriell-Parallel-Interface-Schnittstelle (SPI-Schnittstelle) verwendet wird,
30 alternativ ein Bussystem gemäß dem Controller Area Network-Standard (CAN-Standard) oder ein Bussystem, bei dem eine I²C-Schnittstelle zum Austausch elektronischer Daten eingesetzt wird (vgl. [4]).

35 Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, auf einfache und kostengünstige Weise Elektronik in einen Fußboden, in eine Wand oder in eine Decke zu integrieren.

Das Problem wird durch ein Flächen-Verkleidungsmodul, eine Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung, durch ein Verfahren zum Bestimmen des Abstandes von Flächen-Verkleidungsmodulen der
5 Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung zu mindestens einer Referenzposition mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

Ein Flächen-Verkleidungsmodul weist mindestens einen
10 Stromversorgungsanschluss, mindestens eine Datenübertragungs-Schnittstelle sowie mindestens eine Prozessoreinheit auf, welche mit dem Stromversorgungsanschluss und mit der Datenübertragungs-Schnittstelle gekoppelt ist.

15 Anschaulich kann die Erfindung darin gesehen werden, dass ein Modul mit regulärem Aufbau zur Verkleidung einer Fläche, vorzugsweise eines Fußbodens, einer Wand oder einer Decke zusätzlich mit einer Prozessoreinheit zur elektronischen Datenverarbeitung versehen wird, welche Prozessoreinheit über
20 einen ebenfalls vorgesehenen Stromversorgungsanschluss mit Strom versorgt werden kann und welche die zu verarbeitenden Daten mittels der Datenübertragungs-Schnittstelle zugeführt bekommt.

25 Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass eine Prozessoreinheit in ein reguläres Bauelement zur Verkleidung einer Fläche eingebettet wird. Die einzelnen Flächen-Verkleidungsmodule stellen somit an sich unabhängige Einheiten dar, die jedoch aufgrund der zusätzlich vorgesehenen Komponenten in der Lage
30 sind, in mehrere Flächen-Verkleidungsmodule in einer Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung über die Datenübertragungs-Schnittstelle elektronische Nachrichten auszutauschen und somit beispielsweise eine lokale Positionsbestimmung des jeweiligen Flächen-Verkleidungsmoduls innerhalb der Flächen-
35 Verkleidungsmodul-Anordnung bzw. bezüglich einer vorgegebenen Referenzposition zu ermöglichen.

Somit wird sehr einfach für ein Flächen-Verkleidungsmodul es ermöglicht, dessen Position innerhalb einer Fläche ohne zusätzliche externe Information zu bestimmen.

5 Damit ist es für den Massenmarkt auf sehr einfache und kostengünstige Weise ermöglicht, jedes Flächen-Verkleidungsmodul an sich in gleicher Weise auszugestalten und bei der Verlegung der Flächen-Verkleidungsmodule trotz der zusätzlicher in diese integrierter Elektronik nicht
10 darauf achten zu müssen, an welcher Position die jeweiligen Flächen-Verkleidungsmodule innerhalb der mit diesen bedeckten Fläche angeordnet werden muss, damit das jeweilige Flächen-Verkleidungsmodul innerhalb der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung eindeutig adressierbar ist.

15 Eine Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung weist eine Mehrzahl, vorzugsweise eine Vielzahl von Flächen-Verkleidungsmodulen auf, welche mittels des jeweiligen Stromversorgungsanschlusses und der jeweiligen
20 Datenübertragungs-Schnittstelle miteinander gekoppelt sind. .

Zum Bestimmen eines Abstandes von Flächen eines jeweiligen Flächen-Verkleidungsmoduls der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung zu mindestens einer Referenzposition unter
25 Austausch von elektronischen Nachrichten zwischen Prozessoreinheiten einander benachbarter Flächen-Verkleidungsmodulen wird eine erste Nachricht von einer Prozessoreinheit eines ersten Flächen-Verkleidungsmoduls erzeugt, wobei die erste Nachricht eine erste
30 Abstandsinformation enthält, welche den Abstand des ersten Flächen-Verkleidungsmoduls oder den Abstand eines die erste Nachricht empfangenden zweiten Flächen-Verkleidungsmoduls von der Referenzposition enthält. Die erste Nachricht wird von der Prozessoreinheit des ersten Flächen-Verkleidungsmoduls zu
35 der Prozessoreinheit des zweiten Flächen-Verkleidungsmoduls gesendet und abhängig von der Abstandsinformation wird der Abstand des zweiten Flächen-Verkleidungsmoduls von der

Referenzposition ermittelt oder gespeichert. Von der
Prozessoreinheit des zweiten Verkleidungsmoduls wird ferner
eine zweite Nachricht erzeugt, welche eine zweite
Abstandsinformation enthält, welche den Abstand des zweiten
5 Flächen-Verkleidungsmoduls oder den Abstand eines die zweite
Nachricht empfangenden dritten Flächen-Verkleidungsmoduls von
der Referenzposition enthält. Die zweite Nachricht wird von
der Prozessoreinheit des zweiten Flächen-Verkleidungsmoduls
zu der Prozessoreinheit des dritten Flächen-
10 Verkleidungsmoduls gesendet. Abhängig von der zweiten
Abstandsinformation wird der Abstand des dritten Flächen-
Verkleidungsmoduls von der Referenzposition ermittelt oder
gespeichert. Die oben beschriebenen Verfahrensschritte werden
für alle in der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung
15 enthaltenen und miteinander über die Datenübertragungs-
Schnittstelle gekoppelten Flächen-Verkleidungsmodule
durchgeführt.

Damit ist nach Durchführen dieses Verfahrens lediglich unter
20 Verwendung lokaler Information die jeweilige Position jedes
Flächen-Verkleidungsmoduls innerhalb der Flächen-
Verkleidungsmodul-Anordnung und dessen Abstand zu mindestens
einer Referenzposition ermittelt worden.

25 Anschaulich kann dieser Aspekt der Erfindung darin gesehen
werden, dass eine für Mikrosysteme und dort für Mikro-
Datenanzeigeeinrichtungen und Sensoren, entwickelte
Architektur und dafür entwickelte Algorithmen auf die
Makrosysteme für Haustechnik und Messtechnik übertragen
30 worden ist, wobei die benötigten Prozessoreinheiten in die
Flächen-Verkleidungsmodule, welche reguläre Bauelemente
darstellen, eingebettet sind.

Auf diese Weise öffnet sich eine Fülle neuer
35 Anwendungsmöglichkeiten, welche im Folgenden näher erläutert
werden.

Die Referenzposition kann grundsätzlich beliebig sein, vorzugsweise ist die Referenzposition eine Position, an der sich ein im Weiteren beschriebener Portalprozessor befindet, welcher die Prozessoreinheiten in der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung ansteuert und die Kommunikation von außerhalb der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung anstößt. Die Referenzposition kann ferner eine Position innerhalb der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung sein, wobei in diesem Fall vorzugsweise ein Flächen-Verkleidungsmodul an der Referenzposition angeordnet und dieser zugeordnet ist. Vorzugsweise befindet sich in diesem Fall die Referenzposition am Rand, d.h. an der obersten oder untersten Zeile oder der linken oder rechten Spalte für den Fall, dass die Prozessoreinheiten in der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung matrixförmig in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Die Übertragung von Information in oder aus der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung erfolgt vorzugsweise mittels des Portalprozessors ausschließlich über zumindest einen Teil der sich am Rand der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung befindenden Flächen-Verkleidungsmodule.

Anschaulich bedeutet diese Vorgehensweise, dass ausgehend von einer "Einleit-Prozessoreinheit" eines „Einleit-Flächen-Verkleidungsmoduls“ an der Referenzposition üblicherweise am Rand der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung, das heißt an einem bezüglich der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung äußeren Modul, ein erster Abstand zugeordnet wird, beispielsweise der Abstandswert „1“, womit angegeben wird, dass das Einleit-Flächen-Verkleidungsmodul einen Abstand „1“ von dem Portalprozessor aufweist. Für den Fall, dass jeweils in der jeweiligen Nachricht der Abstand des Flächen-Verkleidungsmoduls mit der die Nachricht sendenden Prozessoreinheit von der Referenzposition in die Nachricht eingefügt wird und an die die Nachricht zu empfangende Prozessoreinheit übertragen wird, wird von der ersten Prozessoreinheit der Abstandswert „1“ zu der zweiten Prozessoreinheit in der ersten Nachricht übermittelt und von

- der zweiten Prozessoreinheit wird der empfangene Abstandswert um einen Wert „1“ inkrementiert. Der inkrementierte Wert „2“ wird nunmehr als aktualisierter zweiter Abstandswert der zweiten Prozessoreinheit gespeichert. Der zweite Abstandswert wird um einen Wert „1“ inkrementiert und ein dritter Abstandswert wird erzeugt und an die dritte Prozessoreinheit übertragen und dort gespeichert. Die entsprechende Vorgehensweise wird für Prozessoreinheiten aller Flächen-Verkleidungsmodule in entsprechender Weise durchgeführt und der einem Prozessor jeweils zugeordnete Abstandswert wird nach Empfang einer Nachricht mit einer Abstandsinformation immer dann aktualisiert, wenn der empfangene Abstandswert kleiner ist als der gespeicherte Abstandswert.
- 15 Eine Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung weist eine Vielzahl von Flächen-Verkleidungsmodulen auf. Jedes Flächen-Verkleidungsmodul ist über eine bidirektionale Kommunikationsschnittstelle, der Datenübertragungs-Schnittstelle, mit mindestens einem ihm benachbarten Flächen-Verkleidungsmodul gekoppelt. Zum Ermitteln des jeweiligen Abstands eines Flächen-Verkleidungsmoduls der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung von einer Referenzposition werden Nachrichten zwischen den Prozessoreinheiten der jeweiligen Flächen-Verkleidungsmodule ausgetauscht, vorzugsweise zwischen Prozessoreinheiten einander benachbarter Flächen-Verkleidungsmodule, wobei jede Nachricht eine Abstandsinformation enthält, welche den Abstand eines Flächen-Verkleidungsmoduls mit einer die Nachricht sendenden Prozessoreinheit oder einer die Nachricht empfangenden Prozessoreinheit, von der Referenzposition, angibt (auch als Abstandswert bezeichnet) und wobei jede Prozessoreinheit derart eingerichtet ist, dass aus der Abstandsinformation einer empfangenen Nachricht der Abstand des eigenen Flächen-Verkleidungsmoduls zu der Referenzposition ermittelbar oder speicherbar ist.

Aufgrund des Einsatzes lediglich lokaler Informationen und dem Austausch elektronischer Nachrichten insbesondere zwischen Prozessoren einander unmittelbar benachbarten Flächen-Verkleidungsmodulen ist die Vorgehensweise sehr
5 robust gegenüber auftretenden Störungen und Ausfällen einzelner Flächen-Verkleidungsmodule oder einzelner Verbindungen zwischen zwei Flächen-Verkleidungsmodulen.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den
10 abhängigen Ansprüchen. Die im Weiteren beschriebenen Ausgestaltungen der Erfindung betreffen das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Prozessor-Anordnung.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen,
15 dass der Stromversorgungsanschluss und die Datenüberertragungsschnittstelle in einen Steckverbinder integriert sind.

Die Datenverarbeitung kann elektronisch über in dem Flächen-
20 Verkleidungsmodul enthaltene elektronische Leitungen oder optisch mittels in diese integrierte optische Leitungen erfolgen, wobei mindestens eine Stromleitung gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen ist, welche die Prozessoreinheit mit dem Stromversorgungsanschluss koppelt
25 und mindestens eine Datenleitung, welche, wie oben dargelegt, auch als optische Datenleitung eingerichtet sein kann, wobei mittels der Datenleitung die Prozessoreinheit mit der Datenübertragungs-Schnittstelle gekoppelt ist.

30 Das Flächen-Verkleidungsmodul kann ein Wand-Verkleidungsmodul, ein Fußboden-Verkleidungsmodul oder ein Decken-Verkleidungsmodul sein.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die Erfindung
35 nicht auf den Einsatz geschlossener Räume beschränkt ist, sondern die Flächen-Verkleidungsmodule können auch in einem

Messeaufbau lediglich einen Fußboden, der nicht von Seitenwänden begrenzt ist, bedecken.

5 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist das Flächen-Verkleidungsmodul eingerichtet als eine Fliese, als eine Kachel, als ein Parkettelement oder als ein Laminelement, mit dem jeweils eine Fläche bedeckt wird.

10 In das Flächen-Verkleidungsmodul kann zusätzlich mindestens ein Sensor integriert sein. Als Sensor kann ein Schallsensor, ein Drucksensor (beispielsweise Piezokristall-Sensor) ein Gassensor, ein Vibrationssensor, ein Verformungssensor oder ein Zug-Spannungssensor eingesetzt werden.

15 Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Flächen-Verkleidungsmodul mindestens einen darin integrierten Aktor aufweist. Der Aktor ist beispielsweise eine bildgebende Einheit oder eine schallerzeugende Einheit, vorzugsweise eine Flüssigkeits-
20 Kristall-Anzeigeeinheit oder eine Polymerelektronik-Anzeigeeinheit, allgemein jede Art von Anzeigeeinheit, oder ein Lautsprecher, der eine Schallwelle erzeugt, allgemein jedes eine elektromagnetische Welle erzeugendes Element, vorgesehen ist. Ein weiterer möglicher vorgesehener Aktor ist
25 ein vibrationserzeugendes Element. Vorzugsweise sind die Kacheln Keramikacheln oder feste Teppichfliesen, beispielsweise Kork-Fußboden-Elemente, alternativ ziegelartige Bauelemente, die in Analogie eines Legosteins zur Verkleidung einer Fläche verwendet werden.

30 Das Flächen-Verkleidungsmodul kann eine hexagonale Form aufweisen, in welchem Fall jedes Flächen-Verkleidungsmodul jeweils bis zu sechs benachbarte Flächen-Verkleidungsmodule aufweist, welche jeweils über eine bidirektionale
35 Kommunikationsschnittstelle, in der Datenübertragungs-Schnittstelle, miteinander gekoppelt sind. Bei Einsatz hexagonal-förmiger Flächen-Verkleidungsmodule wird eine sehr

hohe Packungsdichte innerhalb der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung erreicht.

Alternativ kann das Flächen-Verkleidungsmodul jeweils eine rechteckige Form aufweisen, in welchem Fall jedes Flächen-Verkleidungsmodul jeweils bis zu vier benachbarte Flächen-Verkleidungsmodule aufweist, welche jeweils über eine bidirektionale Kommunikationsschnittstelle, der Datenübertragungs-Schnittstelle, miteinander gekoppelt sind.

Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung werden vor dem Bestimmen des Abstandes der Flächen-Verkleidungsmodule von der Referenzposition die örtlichen Positionen der Flächen-Verkleidungsmodule innerhalb der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung ermittelt, indem ausgehend von einer Prozessoreinheit eines Flächen-Verkleidungsmoduls an einer Einleitstelle der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung jeweils Positionsermittlungs-Nachrichten, welche zumindest einen Zeilenparameter z und einen Spaltenparameter s aufweisen, welche die Zeilennummer bzw. Spaltennummer des Flächen-Verkleidungsmoduls mit der die Nachricht sendenden Prozessoreinheit oder die Zeilennummer bzw. Spaltennummer der die Nachricht empfangenden Prozessoreinheit innerhalb der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung enthält, an Prozessoreinheiten unmittelbar benachbarter Flächen-Verkleidungsmodulen übermittelt werden und von der Prozessoreinheit des jeweiligen Flächen-Verkleidungsmoduls die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- falls der Zeilenparameter in der empfangenen Nachricht größer ist als die bisher gespeicherte Zeilennummer des Flächen-Verkleidungsmoduls, so wird der eigenen Zeilennummer des Flächen-Verkleidungsmoduls der Zeilenparameterwert z der empfangenen Nachricht zugeordnet,
- falls der Spaltenparameter in der empfangenen Nachricht größer ist als die eigene Spaltennummer des Flächen-Verkleidungsmoduls, so wird der gespeicherten

Spaltennummer der Zeilenparameterwert der empfangenen Nachricht zugeordnet,

- falls die eigene Zeilennummer und/oder die eigene Spaltennummer aufgrund der oben dargestellten Verfahrensschritte verändert worden sind, so werden neue Positionsmess-Nachrichten mit neuen Zeilenparametern und neuen Spaltenparametern erzeugt, welche jeweils die Zeilennummer und Spaltennummer des Flächen-Verkleidungsmoduls mit der die Nachricht sendenden Prozessoreinheit oder die Zeilennummer und Spaltennummer der die Nachricht empfangenden Prozessoreinheit enthält, und diese werden über die bidirektionalen Kommunikationsschnittstellen an ein jeweiliges Nachbar-Flächen-Verkleidungsmodul übertragen.

Durch diese Weiterbildung wird das erfindungsgemäße Konzept des lokalen Nachrichtenaustauschs zwischen einander benachbarten Flächen-Verkleidungsmodulen weiter ausgebaut, da schon die örtlichen Positionen der einzelnen Flächen-Verkleidungsmodule innerhalb der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung gemäß diesem Konzept basierend auf lokaler Positionsinformation, welche sich lediglich aus einer von dem unmittelbar benachbarten Flächen-Verkleidungsmodul erhaltenen Positionsinformation ergibt, basiert. Dies ermöglicht eine sehr fehlerrobuste Vorgehensweise im Rahmen der Selbstorganisation der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung.

Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung wird in einem iterativen Verfahren der eigene Abstandswert des Flächen-Verkleidungsmoduls dann verändert wenn der bisher gespeicherte Abstandswert größer ist als der um einen vorgegebenen Wert erhöhte empfangene Abstandswert in der jeweils empfangenen Nachricht, und für den Fall, dass eine Prozessoreinheit den eigenen Abstandswert verändert, erzeugt diese eine Abstandsmess-Nachricht und sendet sie über alle Kommunikationsschnittstellen an Prozessoreinheiten benachbarter Flächen-Verkleidungsmodule, wobei die

Abstandsmess-Nachricht jeweils den eigenen Abstand als Abstandsinformation enthält oder den Abstandswert, den das empfangende Flächen-Verkleidungsmodul von dem Portalprozessor aufweist.

5

Der Abstandswert kann um einen um einen vorgegebenen Wert erhöhten Wert gegenüber dem eigenen Abstandswert verändert werden, vorzugsweise um den Wert „1“.

10 Die Erfindung eignet sich insbesondere zum Ansatz in folgenden Anwendungsbereichen:

- Hausautomatisierung, insbesondere zur Erhöhung des häuslichen Komforts,
- Alarmanlagen mit Positionsbestimmung und optionaler Gewichtsbestimmung eines Eindringlings,
- 15 • eine automatische Besucherführung auf Messen bei einer Ausstellung oder in einem Museum,
- für ein Leitsystem in einer Notfallsituation, beispielsweise in einem Flugzeug oder in einem Zug, um
- 20 den Passagieren einen Weg zu einem Notausgang anzuzeigen.

Anschaulich kann die Erfindung darin gesehen werden, dass eine gewünschte elektronische Datenverarbeitung und optional
25 gewünschte Sensorik oder Anzeigeelemente sowie Kommunikationsnetzwerk-Bestandteile in an sich bekannte Wand-, Boden- oder Decken-Verkleidungen integriert werden. Die Verkleidungen sind in diesem Zusammenhang reguläre Elemente, welche sich in vorgegebenen Richtungen, vorzugsweise in
30 orthogonaler oder hexagonaler Anordnung zur Bedeckung einer Fläche eignen.

Auch wenn die folgenden Ausführungsbeispiele eine Fliesen-Anordnung beschreiben, so ist die Erfindung nicht auf Fliesen
35 oder auch auf Kacheln beschränkt, sondern ist auf jedes zur Flächenbedeckung bzw. Flächenverkleidung geeignete reguläre Element anwendbar.

Der Erfindung liegt ferner das Problem zu Grunde eine Prozessor-Anordnung bereitzustellen, bei der die verwendeten Prozessoren nicht mit zusätzlichen

- 5 Kommunikationsschnittstellen in den Prozessorelementen ausgestattet werden müssen.

Das Problem wird durch die Prozessor-Anordnung, die Textilgewebestruktur, sowie die Flächenverkleidungsstruktur
10 mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

Eine Prozessor-Anordnung weist mindestens einen Schnittstellen-Prozessor auf, der eine Nachrichten-
15 Schnittstelle der Prozessor-Anordnung bereitstellt. Ferner sind eine Vielzahl von Prozessoren vorgesehen, wobei zumindest teilweise nur die einander örtlich direkt benachbart zueinander angeordneten Prozessoren miteinander zum Austausch elektronischer Nachrichten gekoppelt sind.
20 Ferner ist eine Vielzahl von Sensoren und/oder Aktoren in der Prozessor-Anordnung vorgesehen, wobei jedem Prozessor der Vielzahl von Prozessoren ein Sensor und/oder ein Aktor zugeordnet und mit dem jeweiligen Prozessor gekoppelt ist, wobei Sensordaten und/oder Aktordaten in den elektronischen
25 Nachrichten von bzw. zu dem Schnittstellen-Prozessor übertragen werden können. Die einander örtlich direkt benachbart angeordneten Prozessoren sind miteinander zumindest teilweise gemäß einer regulären Kopplungs-Topologie des Grades größer als eins gekoppelt.

30

Eine Textilgewebestruktur weist eine oben beschriebene Prozessor-Anordnung auf, wobei die Prozessoren in der Textilgewebestruktur angeordnet sind. Ferner sind in der Textilgewebestruktur elektrisch leitfähige Fäden vorgesehen,
35 welche die Prozessoren miteinander koppeln. Ferner enthält die Textilgewebestruktur leitfähige Datenübertragungs-Fäden, welche die Prozessoren miteinander koppeln. Zusätzlich sind

elektrisch nicht-leitfähige Fäden in der Textilgewebestruktur vorhanden.

5 Ferner sind die elektrisch leitfähigen Fäden und die leitfähigen Datenübertragungsfäden am Rande der Textilgewebestruktur jeweils mit elektrischen Schnittstellen bzw. Datenübertragungsschnittstellen versehen.

10 Die Textilgewebestruktur besitzt durch ihren Aufbau gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass sie großflächig hergestellt werden und einfach in jede gewünschte Form geschnitten werden kann. Somit kann sie an jede beliebige Fläche, auf der sie verlegt werden soll, auf einfache Weise angepasst werden. Es ist nicht notwendig, die einzelnen in
15 der Textilgewebestruktur vorgesehen Prozessorelemente, wie beispielsweise Sensoren oder Aktoren (z.B. Leuchtdioden) oder Prozessoren, nachträglich miteinander zu koppeln, da die Prozessorelemente schon innerhalb der Textilgewebestruktur miteinander gekoppelt sind.

20 Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass eine Mehrzahl von Prozessorelementen in einer Textilgewebestruktur zur Verkleidung einer Fläche eingebettet wird. Vorzugsweise sind die einzelnen Prozessorelemente innerhalb der
25 Textilgewebestruktur aufgrund zusätzlich vorgesehener Komponenten in der Lage, mit anderen Prozessorelementen in der Textilgewebestruktur über die Datenübertragungs-Fäden elektronische Nachrichten auszutauschen und somit beispielsweise eine lokale Positionsbestimmung des jeweiligen
30 Prozessorelements innerhalb der Textilgewebestruktur, vorzugsweise gemäß dem in [1] beschriebenen Verfahren, bzw. bezüglich einer vorgegebenen Referenzposition zu ermöglichen, d.h. eine Selbstorganisation durchzuführen.

35 Somit wird es für ein Prozessorelement sehr einfach ermöglicht, seine Position innerhalb einer Fläche ohne zusätzliche externe Information zu bestimmen, auch wenn eine

Textilgewebestruktur durch Schneiden in eine vorgegebene Form gebracht wird, wobei durch das Schneiden Prozessorelemente oder Kopplungsleitungen zwischen den einzelnen Mikroelektronikkomponenten zerstört oder entfernt werden
5 können.

Damit ist es, im Falle einer Selbstorganisation der Prozessorelemente für den Massenmarkt auf sehr einfache und kostengünstige Weise ermöglicht, eine Textilgewebestruktur
10 auszugestalten und zur Verlegung der Textilgewebestruktur die Textilgewebestruktur gemäß einer vorgegebenen, gewünschten Form zuzuschneiden und trotz der zusätzlichen in der Textilgewebestruktur integrierten Elektronik nicht darauf
15 achten zu müssen, an welchen Positionen die Prozessorelemente innerhalb der mit dieser bedeckten Fläche angeordnet sind, damit das jeweilige Prozessorelement innerhalb der Textilgewebestruktur eindeutig adressierbar ist.

Bei einer Flächenverkleidungsstruktur ist eine oben
20 beschriebene Textilgewebestruktur vorgesehen, auf welcher eine Flächenverkleidung fixiert ist.

Anschaulich kann die Erfindung darin gesehen werden, dass aufgrund der regulären Kopplungs-Topologie des Grades größer
25 als eins innerhalb der Prozessor-Anordnung der Integrationsaufwand und der Hardwareaufwand für die Prozessorelemente mit den Prozessoren in der Prozessor-Anordnung dahingehend verringert wird, dass an Stelle der zuvor beispielsweise vier oder sechs bidirektionalen
30 Kommunikationsschnittstellen (vgl. Fig. 2) nunmehr nur noch eine reduzierte Anzahl von Kommunikationsschnittstellen erforderlich ist, so dass es nicht mehr erforderlich ist, in einem Prozessorelement zusätzlich zu den von dem Prozessor selbst schon bereitgestellten Kommunikationsschnittstellen
35 zusätzliche Kommunikationsschnittstellen vorzusehen.

Insbesondere sind nur noch zwei Kommunikationsschnittstellen anstelle der ursprünglich erforderlichen vier, bzw. sechs Kommunikationsschnittstellen erforderlich. Zwei Kommunikationsschnittstellen sind bei vielen heutzutage kommerziell erhältlichen Mikrocontrollern, d.h. Prozessoren vorgesehen sind.

So werden beispielsweise von einigen Mikrocontrollern der Firm InfineonTM, z.B. die Mikrocontroller XC161 oder XC164, zwei standardisierte Kommunikationsschnittstellen bereitgestellt. Somit können die Prozessorelemente erheblich kostengünstiger und mit weniger Komponenten hergestellt werden, ohne auf eine standardisierte Kommunikation, d.h. ohne auf dem Einsatz eines standardisierten Kommunikationsprotokolls, verzichten zu müssen.

Anschaulich wird erfindungsgemäß nicht mehr, wie gemäß dem Stand der Technik, eine Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsverbindung zur Kopplung zweier örtlich direkt zueinander benachbart angeordneten Prozessoren verwendet, was einer Kopplungs-Topologie des Grades gleich eins entsprechen würde, sondern es wird eine reguläre Kopplungs-Topologie des Grades größer als eins eingesetzt, vorzugsweise eine reguläre Bus-Kopplungs-Topologie oder eine reguläre Ring-Kopplungs-Topologie.

Allgemein kann erfindungsgemäß jede reguläre höherwertige (größer als eins) Kopplungs-Topologie zur Kopplung der einander unmittelbar benachbart angeordneten Prozessoren innerhalb der Prozessor-Anordnung verwendet werden.

Anschaulich bedeutet dies, dass die Reduktion der Anzahl benötigter Kommunikationsschnittstellen erreicht wird, indem von einer Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsverbindung zu einer regulären höheren (höherwertigen) Topologie mit jeweils vorzugsweise maximal vier Teilnehmern übergegangen wird. Dabei bleibt die Forderung nach lokaler Kommunikation

zwischen einander örtlich unmittelbar benachbart angeordneten Prozessoren weiterhin erfüllt und die Gitterstruktur der bei der ursprünglichen Anordnung vorhandenen Kommunikations-Verbindungsleitungen kann ohne Änderung übernommen werden, so
5 dass die grundsätzliche Anordnung wie sie in [1] beschrieben ist, eingesetzt werden kann.

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

10

Eine besonders einfache, damit kostengünstige und fehlerrobuste reguläre Kopplungs-Topologie des Grades größer als eins ist gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung eine reguläre Bus-Kopplungs-Topologie, gemäß der die einander
15 örtlich direkt benachbart angeordneten Prozessoren miteinander gekoppelt sind.

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist eine einfache und damit kostengünstige reguläre Kopplungs-
20 Topologie des Grades größer als eins zur Kopplung der einander örtlich direkt benachbart angeordneten Prozessoren eine reguläre Ring-Kopplungs-Topologie.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen,
25 dass die reguläre Bus-Kopplungs-Topologie gemäß einem der folgenden Kommunikationsschnittstellen-Standards eingerichtet ist:

- **Serial-Parallel-Interface-Schnittstelle** (SPI-Schnittstelle),
- 30 • **Controller Area Network-Schnittstelle** (CAN-Schnittstelle), oder
- eine in [4] beschriebene I^2C -Schnittstelle.

Anders ausgedrückt ist gemäß einer Ausgestaltung der
35 Erfindung ein SPI-Bus, ein CAN-Bus oder ein I^2C -Bus vorgesehen zur Bereitstellung der regulären Kopplungs-Topologie des Grades größer als eins.

Die Prozessoren können in Zeilen und Spalten in Form einer Matrix angeordnet sein, alternativ in Form einer hexagonalen Struktur.

5

Gemäß einer Ausgestaltung der Textilgewebestruktur sind die elektrisch leitfähigen Fäden derart eingerichtet, dass sie zur Energieversorgung der Mehrzahl von Prozessoren und/oder Aktoren verwendet werden können.

10

Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung sind die leitfähigen Datenübertragungs-Fäden elektrisch leitfähig.

15

Alternativ können die leitfähigen Datenübertragungs-Fäden optisch leitfähig sein.

20

Besonders vorzugsweise ist jedes Prozessorelement aus der Mehrzahl von Prozessorelementen mit allen benachbarten Prozessorelementen mittels der leitfähigen Fäden und der leitfähigen Datenübertragungs-Fäden gekoppelt, d.h. bei einem regelmäßigen rechteckigen Raster mit jeweils vier benachbarten Prozessorelementen.

25

Vorzugsweise ist mindestens ein Sensor mit der Mehrzahl von Prozessoren gekoppelt. Solch ein Sensor kann ein Drucksensor, ein Wärmesensor, ein Rauchsensor, ein optischer Sensor oder ein Geräuschsensor sein.

30

In einer Weiterbildung weist die Textilgewebestruktur mindestens ein bildgebendes Element und/oder, ein Schallwellen-Erzeugungselement und/oder ein Vibrations-Erzeugungselement auf, welches mit mindestens einem Teil der Mehrzahl von Prozessorelementen gekoppelt ist.

35

Das heißt, dass die Textilgewebestruktur mindestens einen darin integrierten Aktor aufweist. Der Aktor ist beispielsweise eine bildgebende Einheit oder eine

schallerzeugende Einheit, vorzugsweise eine Flüssigkeits-Kristall-Anzeigeeinheit oder eine Polymerelektronik-Anzeigeeinheit, allgemein jede Art von Anzeigeeinheit, oder ein Lautsprecher, der eine Schallwelle erzeugt, allgemein
5 jedes eine elektromagnetische Welle erzeugende Element. Ein weiterer möglicher vorgesehener Aktor ist ein vibrationserzeugendes Element.

Gemäß einer anderen Ausgestaltung ist bei der
10 Textilgewebestruktur die Mehrzahl von Prozessoren und/oder Sensoren und/oder Aktoren derart eingerichtet, dass zum Ermitteln eines jeweiligen Abstands eines ersten Prozessorelements von einer Referenzposition elektronische Nachrichten ausgetauscht werden zwischen dem ersten
15 Prozessorelement und einem zweiten, benachbarten Prozessorelement der Textilgewebestruktur. Jede Nachricht enthält eine Abstandsinformation, welche den Abstand eines die Nachricht sendenden Prozessorelements oder eines die Nachricht empfangenden Prozessorelements von der
20 Referenzposition angibt. Ferner ist die Mehrzahl von Prozessorelementen derart eingerichtet, dass aus der Abstandsinformation einer empfangenen Nachricht der eigene Abstand zu der Referenzposition ermittelbar ist oder
speicherbar ist.

25 Vorzugsweise ist die Flächenverkleidungsstruktur als Wand Verkleidungsstruktur oder Fußboden-Verkleidungsstruktur oder Decken-Verkleidungsstruktur ausgebildet.

30 Die Flächenverkleidungsstruktur kann zumindest über Teilbereichen der Textilgewebestruktur ein gleichförmig mit elektrisch leitfähigen Drähten durchzogenes Textil aufweisen.

Das mit elektrisch leitfähigen Drähten durchzogene Textil
35 kann zur Vermeidung von „Elektrosmog“ in der Umgebung von Menschen verwendet werden. Hierdurch kann der „Elektrosmog“ abgeschirmt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass

gegebenenfalls bestimmte Bereiche, z.B. Bereiche über kapazitiven Sensoren, nicht von der Abschirmung überdeckt werden dürfen.

5 Die Erfindung eignet sich insbesondere zum Einsatz in folgenden Anwendungsbereichen:

- Hausautomatisierung, insbesondere zur Erhöhung des häuslichen Komforts,
- Alarmanlagen mit Positionsbestimmung und optionaler Gewichtsbestimmung eines Eindringlings,
- 10 • eine automatische Besucherführung auf Messen bei einer Ausstellung oder in einem Museum,
- für ein Leitsystem in einer Notfallsituation, beispielsweise in einem Flugzeug oder in einem Zug, um
15 den Passagieren einen Weg zu einem Notausgang anzuzeigen,
- in Textilbetonkonstruktionen, in welchen Textilgewebestrukturen dazu dienen können, mögliche Schäden zu detektieren,
- 20 • Informationsgewinnung zur Führung einer Statistik, in welchen Bereichen in einem Geschäft sich Kunden wie lange aufhalten.

Eine erfindungsgemäße Textilgewebestruktur enthält neben
25 einen vorzugsweise aus Kunstfaser (elektrisch nicht-leitfähigen Fäden) bestehenden Grundgewebe leitfähige Fäden, vorzugsweise leitfähige Kett- und Schussfäden, die vorzugsweise aus Metalldrähten, z.B. Kupfer, Polymerfilamenten, Carbonfilamenten oder anderen elektrisch
30 leitfähigen Drähten bestehen. Werden Metalldrähte verwendet, wird vorzugsweise eine Beschichtung aus edleren Metallen, z.B. Gold oder Silber als Korrosionsschutz bei Feuchtigkeit oder aggressiven Medien verwendet. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Metallfäden durch das Aufbringen eines
35 Isolierlackes, z.B. Polyester, Polyamidimid, oder Polyurethan zu isolieren.

Als Datenübertragungs-Fäden können neben elektrisch leitfähigen Fasern auch Lichtwellenleiter aus Kunststoff oder Glas verwendet werden.

- 5 Das Grundgewebe der Textilgewebestruktur wird vorzugsweise in einer Dicke hergestellt, welche einer Dicke des zu integrierenden Prozessorelements, im Folgenden auch Mikroprozessormodule genannt, z.B. Sensoren, Leuchtdioden und/oder Mikroprozessoren angepasst ist. Ein Sensor kann z.B.
- 10 ein Drucksensor, ein Wärmesensor, ein Rauchsensor, ein optischer Sensor oder ein Geräuschsensor sein. Vorzugsweise wird ein Abstand der optisch und/oder elektrisch leitfähigen Fasern so gewählt, dass es zu einem Anschlussraster der zu integrierenden Prozessorelemente passt.

15

- Auch wenn in den folgenden Ausführungsbeispielen Teppich-Anordnungen beschrieben sind, so ist die Erfindung nicht auf einen Teppich beschränkt, sondern ist auf jedes zur Flächenbedeckung bzw. Flächenverkleidung geeignete Element
- 20 anwendbar, allgemein auf jede Prozessor-Anordnung, bei denen einem Prozessor ein Sensor und/oder ein Aktor zugeordnet ist, angewendet werden.

- Die erfindungsgemäße Textilgewebestruktur mit integrierter
- 25 Mikroelektronik, Prozessoreinheiten und/oder Sensoren und/oder Aktoren, z.B. Anzeigelämpchen, ist für sich voll funktionsfähig und kann unter verschiedenartigen Flächenverkleidungen fixiert werden. Hierbei sind zum Beispiel nicht leitende Textilien, Bodenbeläge aus
- 30 Teppichboden, Parkett, Kunststoff, Gardinen, Rollos, Tapeten, Isoliermatten, Zeltdächer, Verputzschichten, Estrich und Textilbeton zu nennen. Vorzugsweise wird das Fixieren mittels Klebens, Laminierens, oder Vulkanisierens durchgeführt.

- 35 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im Weiteren näher erläutert. In den

Figuren sind gleiche Komponenten mit identischen Bezugszeichen versehen.

Es zeigen

5

Figur 1 eine Draufsicht auf eine Fliesen-Anordnung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

10

Figuren 2a bis 2c Draufsichten auf erfindungsgemäße Fliesen, eine rechteckigförmige Fliese (Figur 2a), eine dreieckigförmige Fliese (Figur 2b) oder eine hexagonalförmige Fliese (Figur 2c);

15

Figur 3 eine Draufsicht auf eine Fliese der Fliesen-Anordnung aus Figur 1;

20

Figur 4 eine schematisierte Draufsicht auf eine Fliesen-Anordnung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Zentral-Steuerrechner;

Figur 5 eine Draufsicht auf eine Fliesen-Anordnung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

25

Figur 6 eine Draufsicht auf eine Fliese in hexagonaler Form;

Figuren 7a und 7b einen gerichteten Graphen (Figur 7a) sowie einen ungerichteten Graphen (Figur 7b);

30

Figur 8 einen gerichteten Baum;

Figuren 9a und 9b eine Skizze einer Prozessor-Anordnung, modelliert als ungerichteter Graph (Figur 9a) und als gerichteter Graph (Figur 9b);

35

Figur 10 eine Skizze unterschiedlicher Routing-Wege als gerichteter Baum mit einem Eingangsknoten als Wurzel;

Figur 11 eine Skizze eines optimierten Routing-Baums;

Figuren 12a bis 12j eine Skizze des Routing-Baums aus
Figur 11 zu unterschiedlichen
5 Ansteuerungszeitpunkten;

Figuren 13a bis 13f eine Skizze des Routing-Baums aus
Figur 11 zu unterschiedlichen
10 Ansteuerungszeitpunkten;

Figur 14 eine Draufsicht auf zwei hexagonale Fliesen, wobei
der bidirektionale Nachrichtenaustausch zwischen den
zwei Fliesen dargestellt ist;

15 Figur 15 eine Skizze einer inkohärenten Fliese;

Figur 16 eine Skizze einer kohärenten Fliese beim Versenden
von MessKoherenz-Nachrichten;

20 Figur 17 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Versenden
von MessPosition-Nachrichten erläutert wird;

Figur 18 eine Skizze einer Fliesen-Anordnung nach erfolgter
Positionsbestimmung der einzelnen Fliesen innerhalb
25 der Fliesen-Anordnung;

Figur 19 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Versenden
einer MessDistance-Nachricht erläutert wird;

30 Figur 20 die Fliesen-Anordnung nach erfolgter
Abstandsbestimmung, wobei die Fliesen-Anordnung eine
Vielzahl von Einleit-Prozessoreinheiten am unteren
Rand der Fliesen-Anordnung aufweist;

35 Figur 21 eine Fliesen-Anordnung nach erfolgter
Abstandsbestimmung, wobei jeder dritten Fliese in der

untersten Zeile der Fliesen-Anordnung jeweils eine Referenzposition zugeordnet ist;

5 Figur 22 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Empfangen und das Versenden von MessOrganize-Nachrichten erläutert wird;

10 Figur 23 eine Skizze einer Fliese, anhand der die Organisationsreihenfolge zum Versenden einer MessChannel-Nachricht in einer geradzahligen Spalte innerhalb der Fliesen-Anordnung dargestellt ist;

15 Figur 24 eine Skizze einer Fliese, anhand der die Organisationsreihenfolge zum Versenden einer MessChannel-Nachricht in einer ungeradzahligen Spalte innerhalb der Fliesen-Anordnung dargestellt ist;

20 Figur 25 eine Skizze einer Mehrzahl von Fliesen, anhand der die Organisation und der Nachrichtenaustausch über Kanäle, welche die Kommunikationsschnittstellen der Fliesen miteinander koppeln, erläutert werden;

25 Figur 26 eine Fliesen-Anordnung nach erfolgter regulärer Rückwärtsorganisation für den Fall, dass allen Fliesen in der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden können oder gesendet werden können;

30 Figur 27 eine Fliesen-Anordnung nach erfolgter regulärer Rückwärtsorganisation für den Fall, dass jeder dritten Fliese in der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden können oder gesendet werden können;

Figur 28 eine Skizze einer Prozessoreinheit, anhand der das Empfangen und Versenden von MessCountNodes-Nachrichten erläutert wird,

- 5 Figur 29 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Empfangen und das Versenden von MessNodesSize-Nachrichten erläutert wird,

- 10 Figur 30 die Fliesen-Anordnung nach erfolgter Ermittlung des Durchsatzes der Fliesen für den Fall, dass allen Fliesen in der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden können oder gesendet werden können;

- 15 Figur 31 die Fliesen-Anordnung nach erfolgter Ermittlung des Durchsatzes der Fliesen für den Fall, dass jeder dritten Fliese in der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden können oder gesendet werden können;
- 20

Figur 32 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Versenden von MessColDistance-Nachrichten erläutert wird;

- 25 Figur 33 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Empfangen und das Versenden von MessBlockToken-Nachrichten erläutert wird;

- 30 Figur 34 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Empfangen einer MessToken-Nachricht durch eine "ungefärbte" Fliese dargestellt wird;

- 35 Figur 35 die Fliesen-Anordnung nach erfolgter Ermittlung von Mäanderkanälen in der Fliesen-Anordnung bei erfolgter Tokenvergabe für den Fall, dass allen Fliesen in der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen

von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden können oder gesendet werden können;

5 Figur 36 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Empfangen und das Versenden von MessDeleteChannels-Nachrichten erläutert wird;

10 Figur 37 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Empfangen und das Versenden von MessColOrganize-Nachrichten erläutert wird;

15 Figur 38 die Fliesen-Anordnung nach erfolgter Reorganisation für den Fall, dass jeder dritten Fliese in der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden können oder gesendet werden können;

20 Figur 39 die Fliesen-Anordnung nach erfolgter Reorganisation für den Fall, dass allen Fliesen in der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden können oder gesendet werden können;

25 Figur 40 eine Skizze einer Prozessoreinheit, anhand der die Initialisierung der Einleit-Fliesen-Farbe mittels einer MessColDistance-Nachricht erläutert wird;

30 Figur 41 die Fliesen-Anordnung nach erfolgter Reorganisation bei einem Gewicht $g = 0$ für den Fall, dass allen Fliesen in der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden können oder gesendet werden können;

35 Figur 42 die Fliesen-Anordnung nach erfolgter Reorganisation bei einem Gewicht $g = \infty$ für den Fall, dass allen Fliesen in der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung

Informationen von oder zu einem Portalprozessor
zugeführt werden können oder gesendet werden können;

5 Figur 43 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Empfangen
und das Versenden von MessNumbering-Nachrichten
erläutert wird;

10 Figur 44 eine Skizze der Fliesen-Anordnung nach erfolgter
Nummerierung für den Fall, dass allen Fliesen in der
untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen
von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden
können oder gesendet werden können;

15 Figur 45 die Fliesen-Anordnung nach erfolgter Nummerierung
für den Fall, dass jeder dritten Fliese in der
untersten Zeile der Fliesen-Anordnung Informationen
von oder zu einem Portalprozessor zugeführt werden
können oder gesendet werden können;

20 Figur 46 eine Routing-Tabelle gemäß einem Ausführungsbeispiel
der Erfindung;

25 Figur 47 eine Skizze einer Fliesen-Anordnung, anhand der das
Routing und die Darstellung von Daten erläutert wird;

Figur 48 eine Skizze einer Fliese, anhand der das Empfangen
und Versenden von MessRetry-Nachrichten erläutert
wird;

30 Figur 49 eine Übersicht über die verwendeten Nachrichten;

Figur 50 ein schematischer Schaltplan einer Fliese gemäß
einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

35 Figur 51 eine Draufsicht auf einen Steckverbinder einer
Fliese gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
und

Figuren 52a und 52b eine Querschnittsansicht eines Steckverbinders einer Fliese sowie eines Fliesen-Verbindungsstücks gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 53 eine Prozessor-Anordnung gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung;

Figur 54 einen vergrößerten Ausschnitt A der Prozessor-Anordnung aus Figur 53;

Figur 55 eine Prozessor-Anordnung gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung;

Figur 56 eine Skizze eines Prozessorelements, wie es in den erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen vorgesehen ist; und

Figur 57 eine Prozessor-Anordnung gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung;

Figur 58 eine Prozessor-Anordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig.1 zeigt eine Fliesen-Anordnung 100 mit einer Vielzahl rechteckförmiger Fliesen, welche in Matrixform in Zeilen und Spalten angeordnet sind und welche miteinander, wie im Weiteren näher erläutert wird, über Datenübertragungs-Schnittstellen gekoppelt sind, wobei jeweils eine Fliese 101 mit einer ihr unmittelbar benachbart angeordneten Fliese 101 gekoppelt ist.

Jede der Fliesen 101 weist einen identischen Aufbau auf, wie er in vergrößerter Darstellung in **Fig.3** dargestellt ist.

Fig. 3 zeigt die Fliese 101 mit einer Vielzahl von in diesem Ausführungsbeispiel neun Anzeigeelementen 301, 302, wovon acht Anzeigeelemente 301 pfeilförmig eingerichtet sind und eines, das in der Mitte der Fliese 101 angeordnete

5 Anzeigeelement 302 als Kreuz eingerichtet ist. Die Anzeigeelemente 301, 302 dienen zur Anzeige eines Weges, den ein Benutzer, der über die Fliesen-Anordnung 100 geht, einzuschlagen hat, um zu einem gewünschten, vorgegebenen Ziel zu gelangen. Die Richtungspfeil-Anzeigeelemente 301 weisen
10 eine oder mehrere entsprechende Hintergrundbeleuchtungen auf, welche jeweils individuell eines oder mehrere der pfeilförmigen Anzeigeelemente 301 ansteuert, womit jeweils eines oder mehrere der Anzeigeelemente 301 beleuchtet sind.

15 Zusätzlich zu den Anzeigeeinheiten, allgemein einer bildgebenden Einheit, ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel in der Fliese 101, wie in **Fig.50** in einem Schaltplan dargestellt, noch ein Sensorelement 5001 vorgesehen, welches gemäß diesem Ausführungsbeispiel als Drucksensor ausgestaltet
20 ist.

Jede Fliese 101 weist ferner einen Prozessor 5002 auf, gemäß diesem Ausführungsbeispiel einen Mikroprozessor, sowie bei rechteckförmiger Ausgestaltung der Fliese 101 an jeder Seite
25 der rechteckförmigen Fliese 101 jeweils einen Steckverbinder 5003, 5004, 5005, 5006.

Die Steckverbinder 5003, 5004, 5005, 5006 weisen auf jeweils einen Masseanschluss 5007, 5008, 5009, 5010, auf sowie einen
30 Datenübertragungs-Anschluss 5011, 5012, 5013, 5014 als Datenübertragungs-Schnittstelle, wobei die Schnittstelle als bidirektionale Kommunikationsschnittstelle eingerichtet ist, sowie einen Stromversorgungsanschluss 5015, 5016, 5017, 5018, an welche die Versorgungsspannung V_{DD} angelegt wird.

35 Der Stromversorgungsanschluss 5015, 5016, 5017, 5018 ist mit dem Prozessor 5002 gekoppelt ebenso wie jeder

Datenübertragungs-Anschluss 5011, 5012, 5013, 5014 und jeder Masseanschluss 5007, 5008, 5009, 5010.

5 Gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung erfolgt die
Kopplung der einzelnen Komponenten der Fliese 101 über
elektrische Leitungen 5019, 5020, 5021, 5022. Ferner ist der
Mikroprozessor 5002 mit den Anzeigeelementen 301, 302 über
eine erste Steuerleitung 5023 gekoppelt, über welche dem
10 jeweiligen Anzeigeelement 301, 302 Steuersignale zugeführt
werden und mit dem Sensorelement 5001 über eine zweite
Steuerleitung 5024, mittels welcher dem Prozessor 5002 von
dem Sensorelement 5001 mittels diesem erfasste Daten
übermittelt werden.

15 Jeder Steckverbinder 5003, 5004, 5005, 5006 ist jeweils an
der Unterseite der Fliese 101 angeordnet und wird im
Folgenden auch als Docking Bay bezeichnet.

20 Über ein in **Fig.52B** im Querschnitt dargestelltes Fliesen-
Verbindungsstück 5210 kann jeder Steckverbinder 5003, 5004,
5005, 5006 der Fliese 101 mit seinem jeweiligen Gegenstück
auf der örtlich unmittelbar benachbart angeordneten Fliese
101 mechanisch und elektrisch verbunden werden.

25 Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist die Anordnung der
Steckverbinder rotationssymmetrisch für Vielfache von 90°.

30 Die oben beschriebene Anordnung kann unmittelbar auf jede
beliebige Form einer Fliese oder Kachel 101 angewendet werden
bzw. übertragen werden, wobei jedoch die Anordnung der
Steckverbinder an den jeweiligen Seiten der Fliese 101 und
die entsprechende Verkabelung an die jeweilige Form
anzupassen sind; so ist beispielsweise bei einer
hexagonalförmigen Fliese 101 an den jeweiligen Seiten jeweils
35 ein Steckverbinder angeordnet, d.h. es sind insgesamt sechs
Steckverbinder vorgesehen. Bei dreieckförmiger Ausgestaltung

einer Fliese sind entsprechend drei Steckverbinder an den jeweiligen Seiten der Fliese 101 angeordnet.

Fig.51 zeigt eine vergrößerte Darstellung des Steckverbinders 5003 mit dem Masseanschluss 5007, dem Datenübertragungs-Anschluss 5011 und dem Stromversorgungsanschluss 5015.

Jeweils zwei direkt gegenüberliegende Docking Bays werden mittels des in Fig.52B in Querschnittsansicht dargestellten Fliesen-Verbindungsstücks 5210 miteinander verbunden. Im Rahmen des Verlegens von Fliesen bzw. Kacheln, d.h. bei der Montage wird zunächst das Fliesen-Verbindungsstück 5210 gelegt, beispielsweise in den Putz oder ein Fliesengitter eingelassen, und anschließend wird die Fliese 101 mit dem jeweiligen Docking Bay auf das Fliesen-Verbindungsstück 5210 aufgesteckt.

Diese Situation ist in **Fig.52A** und Fig.52B dargestellt, in denen die Querschnittsansicht des Steckverbinders 5003 mit den jeweiligen Steckanschlüssen 5007, 5011, 5015 und die korrespondierenden Anschlüsse des Fliesen-Verbindungsstücks 5210, einem korrespondierenden Masseanschluss 5211, einer korrespondierenden Datenübertragungs-Schnittstelle 5212, und einen korrespondierenden Stromversorgungsanschluss 5213 dargestellt sind.

Der Steckverbinder 5003 weist einen Hohlraum 5201 auf, in dem die Anschlüsse 5007, 5011, 5015 angeordnet und ausgebildet sind. An den Seitenwänden 5202 des Hohlraums 5201 sind nasenförmige Aussparungen 5203 vorgesehen, in welche nasenförmige Elemente 5214, 5215 des Fliesen-Verbindungsstücks 5210 als ein Klickverschluss eingreifen, womit die mechanische Kupplung des Steckverbinders 5003 mit dem Fliesen-Verbindungsstück 5210 erreicht ist.

Anstelle der in dem Fliesen-Verbindungsstück 5210 fest eingebrachten Anschlüsse 5007, 5011, 5015 können alternativ

flexible Kabel vorgesehen sein, die mit entsprechenden Gegenstücken des Fliesen-Verbindungsstücks 5210 gekoppelt sind.

- 5 Die in der Fliese 101 in Fig.3 dargestellten Leuchtelemente können als Leuchtdiode oder sogar als beliebig komplexer Bildschirm eingerichtet sein und zur Festlegung von fest vorgegebenen oder dynamischen Wegen verwendet werden. Auf einer Messe oder einem Museumsrundgang kann beispielsweise
10 der Weg zu einer nachfolgenden Sehenswürdigkeit gewiesen werden, wobei das Gesamtsystem die Position des jeweiligen Besuchers durch das jeweilige Sensorelement 501 erfährt und ihm somit individuelle Richtungsweisungen geben kann.
- 15 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann eine Fliese auch ein Funksende-/Empfangssystem aufweisen, über die ein Benutzer beispielsweise mittels eines Funksenders seine Identität übermittelt, welche von dem Funkempfänger in der Fliese 101 empfangen wird und abhängig von der jeweiligen
20 Nutzeridentität kann eine benutzerspezifische Führung durch ein Museum oder durch eine Messe erfolgen.

Der Sensor kann als Drucksensor mit Gewichtsbestimmung, als induktiver Sensor, als Kapazitiver Sensor (Edison Sensor) als
25 optischer Sensor oder als Feuchtigkeitssensor ausgestaltet sein.

Die einzelnen Fliesen 101 können erfindungsgemäß beliebig ausgestaltet sein, beispielsweise wie gemäß **Fig.2a**
30 rechteckförmig, wie gemäß **Fig.2b** dreieckförmig, oder wie gemäß **Fig.2c** hexagonal.

Fig.4 zeigt eine schematische Ansicht der Fliesen-Anordnung 100 mit der Vielzahl von Fliesen 101 und einem an einer Seite
35 der Fliesen-Anordnung 100 angeordnetem Fliesen-Daten-Portal 401 mit mindestens einem Portalprozessor zur Einleitung von

Information zu den Prozessoren der jeweiligen Fliesen 101 in der Fliesen-Anordnung 100.

Der Portalprozessor ist mit mindestens einer Fliese 101
5 gekoppelt und führt dieser über die jeweilige Datenübertragungs-Schnittstelle die gewünschten Daten zu bzw. fragt darüber von dieser Fliese 101 die gewünschten Daten ab.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel hat der jeweilige
10 Portalprozessor des Fliesen-Daten-Portals 401 keinerlei Informationen über Größe und Ausgestaltung der Fliesen-Anordnung 100.

Auch haben die einzelnen Prozessoreinheiten der Fliesen 101
15 zu Beginn des Verfahrens keinerlei Informationen über ihre jeweilige Orientierung, d.h. Ausrichtung, oder ihre örtliche Position innerhalb der Fliesen-Anordnung 100.

In einer im Folgenden im Detail erläuterten
20 Initialisierungsphase (vor dem ersten Einsatz der Fliesen-Anordnung 100 oder nach einem erfolgten Zurücksetzen der gespeicherten Informationen in der Fliesen-Anordnung 100) stößt der Portalprozessor des Fliesen-Portals 401 eine Selbstorganisation der Prozessor-Anordnung an, wie sie im
25 Folgenden näher erläutert wird.

Im Rahmen der Selbstorganisation der Fliesen-Anordnung 100
erlernen die Fliesen 101 der Fliesen-Anordnung 100 ihre Lage
und Ausrichtung sowie Informationswege zum Bildaufbau, das
30 heißt zum Zuführen darzustellender Information an die jeweiligen Anzeigeeinheiten, welche die jeweilige Information tatsächlich darstellen sollen.

Dieser Lernprozess erfolgt unter Verwendung von Nachrichten,
35 die zwischen Prozessoreinheiten jeweils einander benachbarten Fliesen 101 in der Fliesen-Anordnung 100 ausgetauscht werden. Das erlernte Wissen wird teilweise wieder nach außen, das

heißt an das Fliesen-Portal 401 gegeben, und zwar in dem Maße, wie es das Fliesen-Portal 401 später benötigt, um die Bildinformationen auf den richtigen Wegen und in der richtigen Abfolge der Fliesen-Anordnung 100 zuzuführen zur
5 Darstellung der jeweils darzustellenden Information.

Für die Vorgehensweise bei der Informationsverteilung innerhalb der Fliesen-Anordnung 100 ist die Art der darzustellenden Information zu berücksichtigen.

10

Im Rahmen der Informationsverteilung wird jeder Prozessor einer Fliese 101 von dem Portalprozessor des Fliesen-Portals 401 individuell adressiert. Dies führt zu einem im Rahmen der Darstellung der Information erforderlichen Routings der
15 Information zu den entsprechenden Fliesen 101 und damit zu den entsprechenden Prozessoreinheiten innerhalb der Fliesen-Anordnung 100. Im Rahmen des Routings von Information sind erfindungsgemäß folgende Besonderheiten des Routing-Problems zu berücksichtigen:

- 20 • Es werden Routing-Wege lediglich zwischen dem Portalprozessor des Fliesen-Portals 401 und den einzelnen Prozessoren der Fliesen, das heißt den Prozessoreinheiten der Fliesen-Anordnung 101, nicht aber zwischen den Fliesen 101 untereinander bestimmt.
- 25 • Es liegt ein gleichmäßiges Routing-Aufkommen vor, das heißt pro anzuzeigendem digitalisierten Bild ist jedem Prozessor genau ein Bilddatum zu übermitteln.
- Es wird kein globales Wissen über die Gestalt des Netzes, das heißt der Vermaschung der einzelnen Fliesen-Prozessoren innerhalb der Fliesen-Anordnung 101
30 vorausgesetzt. Die Wahl von Routing-Wegen innerhalb der Fliesen-Anordnung 100 erfolgt auf Basis lokaler Informationen, die zwischen den einzelnen Fliesen-Prozessoren unter Verwendung von elektronischen
35 Nachrichten ausgetauscht werden.

Somit sind erfindungsgemäß zwei Phasen im Rahmen des Einsatzes einer erfindungsgemäßen Fliesen-Anordnung 100 zu unterscheiden:

- 5 In einer ersten Phase, der so genannten Selbstorganisation, wird durchgeführt eine
- Selbsterkennung der lokalen Positionen der einzelnen Fliesen-Prozessoren innerhalb der Fliesen-Anordnung und somit der Gesamtform der Fliesen-Anordnung;
 - 10 • Selbstorganisation von Routing-Wegen ausgehend von dem Portalprozessor, das heißt dem Prozessor des Fliesen-Portals 401 zu jedem Fliesen-Prozessor in der Fliesen-Anordnung 100 derart, dass innerhalb einer vorgegebenen maximalen Zahl von Zeittakten jeder Fliesen-Prozessor
 - 15 von dem Prozessor des Fliesen-Portals 401 eine elektronische Nachricht zugeführt bekommen kann.

In einer zweiten Phase, dem eigentlichen Einsatz der Fliesen-Anordnung 100 im Rahmen der Erfassung oder/und Darstellung

20 von Information, werden die Daten von oder zu dem Portalprozessor zu den Fliesen-Prozessoren übertragen, wodurch die darzustellende Information in der Fliesen-Anordnung 100 aufgebaut wird.

25 Die Fliesen-Prozessoren 402 sind, wie in **Fig.4** dargestellt, für den Fall, dass sie eine rechteckige Form, vorzugsweise eine quadratische Form, aufweisen, jeweils über jede Seite des Vierecks über eine der somit jeweils vier vorgesehenen bidirektionalen Kommunikationsschnittstellen 403 pro Fliesen-

30 Prozessor 402 und darüber über elektrische Leitungen 404 jeweils mit dem unmittelbar zu einem jeweiligen Fliesen-Prozessor 402 benachbarten Fliesen-Prozessor 402 gekoppelt.

Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass jeweils ein

35 Nachrichtenaustausch zwischen zwei unmittelbar einander benachbarten Fliesen-Prozessoren ermöglicht ist, nicht jedoch ein unmittelbarer, d.h. direkter Nachrichtenaustausch über

eine weitere Entfernung hinweg als die unmittelbare Nachbarschaft eines Fliesen-Prozessors 402.

Fig.5 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel, bei dem jede
5 Fliese 101 eine hexagonale Form aufweist und pro Fliese 101
sechs bidirektionale Kommunikationsschnittstellen 501,
ebenfalls an jeder Seite, das heißt Seitenkante, der
jeweiligen Fliese 101 vorgesehen sind. Dies bedeutet, dass
gemäß diesem Ausführungsbeispiel jede Fliese 101 und damit
10 jeder Fliesen-Prozessor sechs Nachbar-Fliesen-Prozessoren
aufweist, mit denen die jeweilige Fliese 101 über eine
bidirektionale Kommunikationsschnittstelle 501 und eine
elektrische Leitung 502 für den Austausch elektronischer
Nachrichten gekoppelt ist.

15
Im Folgenden wird zur einfacheren Darstellung der Erfindung
lediglich der Fall der hexagonalen Form einer Fliese 101
beschrieben, jedoch ohne Einschränkung der
Allgemeingültigkeit.

20
Die Fliesen-Anordnung 100 weist somit drei Arten von
Einzelkomponenten auf:

- Fliesen 101, denen jeweils bis zu sechs bidirektionale
Kommunikationsschnittstellen 501 und elektrische
25 Leitungen 502 zugeordnet sind, und
- bidirektionale Verbindungen, im Weiteren auch als
bidirektionale Kommunikationsschnittstelle 501 und der
jeweiligen Kommunikationsschnittstelle 501 zugeordnete
elektronische Leitung 502, die je zwei Fliesen 101 oder
30 eine Fliese 101 und den Portalprozessor miteinander
koppeln, und
- Fliesen-Verbindungsstücke.

Die hexagonale Fliese 101 kann sechs unterschiedliche
35 Ausrichtungen aufweisen, wie in **Fig.6** dargestellt.

Gemäß Fig.6 sind die einzelnen Verbindungen, das heißt damit auch die einzelnen Kommunikationsschnittstellen 501 während der Selbstorganisationsphase, wie sie im Weiteren noch näher erläutert wird, bereits orientiert worden. Die Verbindungen
5 sind gemäß diesem Ausführungsbeispiel durchnummeriert und zum besseren Verständnis mit Himmelsrichtungen identifiziert, wobei gemäß diesem Ausführungsbeispiel folgende Nomenklatur verwendet wird:

- Eine erste Ausrichtung 0 (Ost) (Bezugszeichen 600),
10 anders ausgedrückt eine Ausrichtung nach rechts,
- eine zweite Ausrichtung 1 (Nordost) (Bezugszeichen 601), anders ausgedrückt eine Ausrichtung nach rechts oben,
- eine dritte Ausrichtung 2 (Nordwest)
15 (Bezugszeichen 602), anders ausgedrückt eine Ausrichtung nach links oben,
- eine vierte Ausrichtung 3 (West) (Bezugszeichen 603), anders ausgedrückt eine Ausrichtung nach links,
- eine fünfte Ausrichtung 4 (Südwest) (Bezugszeichen 604), anders ausgedrückt eine Ausrichtung nach links unten,
20 sowie
- eine sechste Ausrichtung 5 (Südost) (Bezugszeichen 605), anders ausgedrückt eine Ausrichtung nach rechts unten.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird vorausgesetzt, dass der
25 Portalprozessor des Fliesen-Portals 401 elektrische Kopplungen zu Fliesen 101 auf ausschließlich einer Seite der Fliesen-Anordnung 100 aufweist.

Definitionsgemäß sei dies die untere Seite der Fliesen-
30 Anordnung 100, das heißt anschaulich die Südseite, wobei die Kopplungen ebenfalls definitionsgemäß über die Südwest-Seite, das heißt über die fünfte Ausrichtungsrichtung der jeweiligen Fliesen 101 laufen.

35 Es ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass sowohl die Positionierung als auch die Ausrichtung der einzelnen Einleitstellen von Information zu den Fliesen 101 in der

Fliesen-Anordnung 100 als auch die Form und die Ausrichtung der einzelnen Fliesen 101 in der Fliesen-Anordnung 100 grundsätzlich beliebig sind.

5 In unterschiedlichen Ausführungsformen der Erfindung ist der Portalprozessor

- mit allen Fliesen-Prozessoren der Fliesen der untersten Zeile in Form einer Matrix, das heißt in Zeilen und Spalten, angeordneten Fliesen-Prozessoren der Fliesen-
10 Anordnung 100 elektrisch gekoppelt, oder
- mit Fliesen-Prozessoren 101 der Fliesen der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung in einem vorgegebenen, regulären, das heißt periodischen Abstand, das heißt beispielsweise jedem dritten, fünften, zehnten, etc.,
15 Fliesen-Prozessor innerhalb der untersten Zeile der Fliesen-Anordnung 100.

Der Portalprozessor 401 kennt zwar nach erfolgter Fertigung der Fliesen-Anordnung 100 die Anzahl seiner Verbindungen zu
20 den Fliesen-Prozessoren 402, anders ausgedrückt die Anzahl von Einleitstellen zum Zuführen von Information zu Fliesen-Prozessoren 402 innerhalb der Fliesen-Anordnung 100, aber nicht notwendigerweise die Dimension und die Ausgestaltung der Fliesen-Anordnung 100, das heißt die tatsächliche Form
25 und Anordnung der Fliesen 101 innerhalb der Fliesen-Anordnung 100.

Es ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass insbesondere eine Richtungsangabe, beispielsweise die Südseite, nicht
30 notwendigerweise eine gerade Linie innerhalb der Fliesen-Anordnung 100 darstellen muss.

Bei den im Weiteren erläuterten Teil-Verfahren ist lediglich vorzusehen, dass die einzelnen Verbindungen zwischen dem
35 Portalprozessor und den Fliesen-Prozessoren 101 immer an derselben Stelle erfolgen sollten, gemäß diesem Ausführungsbeispiel über die Südwestseite 604.

Die einzelnen Fliesen-Prozessoren 101 oder die Verbindungen, welche beide als Oberbegriff als Einzelkomponenten der Prozessor-Anordnung bezeichnet werden, können folgende Zustände annehmen:

1. Fehlerfrei:

Die jeweilige Komponente der Fliesen-Anordnung arbeitet ohne Einschränkungen.

2. Defekt:

Die jeweilige Komponente der Fliesen-Anordnung ist vollständig ausgefallen. Ist die Komponente eine Prozessoreinheit, so sind ebenfalls alle Verbindungen zu dieser Prozessoreinheit als defekt zu deklarieren.

3. Instabil:

Die Komponente weist Teilausfälle auf, beispielsweise arbeitet eine Richtung einer bidirektionalen Verbindung zwischen der jeweiligen Prozessoreinheit nur zeitweise (das heißt sie weist einen Wackelkontakt auf oder arbeitet methodisch falsch, beispielsweise ein Prozessor, der eine falsche Nachricht versendet).

Im Weiteren wird aus Gründen der einfacheren Darstellung der Erfindung der dritte Zustand nicht betrachtet, das heißt eine Komponente sei im Folgenden entweder fehlerfrei oder defekt. Daher spielt es gemäß diesen Ausführungsbeispielen keine Rolle, ob eine Komponente aufgrund einer speziellen Form der Fliesen-Anordnung nicht existiert (das heißt beispielsweise eine Anzeigeeinheits-Folie, die die Form eines Dreiecks aufweist), oder ob die jeweilige Komponente aufgrund eines Herstellungsfehlers oder aufgrund erfolgter Abnutzung defekt wurde.

Bei der im Weiteren noch näher erläuterten Informationsweitergabe, das heißt dem Versenden von

elektronischen Nachrichten zwischen zwei Fliesen-Prozessoren 101 innerhalb der Fliesen-Anordnung 100 oder von dem Portalprozessor zu einem Fliesen-Prozessor an einer Einleitstelle der Fliesen-Anordnung 100 wird im Folgenden
5 eine Taktung des Gesamtsystems, das heißt der gesamten Fliesen-Anordnung 100 betrachtet.

Jeder Fliesen-Prozessor in der Fliesen-Anordnung 100 ist derart eingerichtet, dass er innerhalb eines Zeittaktes
10 folgende Aktionen durchführen kann:

- Lesen von einer oder mehreren elektronischen Nachrichten, die an einer oder mehreren Verbindungen, das heißt über eine oder mehrere bidirektionale Kommunikationsschnittstellen des jeweiligen Fliesen-
15 Prozessors anliegen und die im zeitlich vorangegangenen Zeittakt von einem Nachbar-Fliesen-Prozessor versendet wurden.
- Verarbeitung der empfangenen Nachricht.
- Gegebenenfalls Versenden von einer oder mehreren
20 Nachrichten über eine oder mehrere Verbindungen und damit über eine oder mehrere bidirektionale Kommunikationsschnittstellen des Fliesen-Prozessors, die im zeitlich darauf folgenden, das heißt nächsten Zeittakt von einem Nachbar-Fliesen-Prozessor empfangen
25 werden können.

Innerhalb eines Zeittaktes kann somit eine elektronische Nachricht nur von einem Fliesen-Prozessor zu einem Nachbar-Fliesen-Prozessor übertragen werden.
30

Es ist jedoch in diesem Zusammenhang anzumerken, dass erfindungsgemäß keine globale, das heißt für die gesamte Prozessor-Anordnung 100 vorgesehene gemeinsame Taktung der Fliesen-Prozessoren existieren muss, diese jedoch zur
35 einfacheren Darstellung der Erfindung im Weiteren angenommen wird.

Im Weiteren werden zum einfacheren Verständnis der erfindungsgemäßen Vorgehensweise Grundlagen über die mathematische Modellierung der Fliesen-Anordnung erläutert.

- 5 Im Weiteren werden die Fliesen-Prozessoren und das Fliesen-Portal 401 gemeinsam als gerichteter Graph sowie die Routing-Wege als gerichteter Baum modelliert.

Die Wahl eines Routings ergibt sich somit als diskretes
10 Optimierungsproblem.

Definition 1 (Gerichteter Graph, ungerichteter Graph)

15 (i)

Gegeben sei eine Menge V und eine Menge E . Ist

$$g : E \rightarrow V^2 = V \times V$$

20

eine Abbildung mit den Komponenten

$$g^- : E \rightarrow V \text{ und } g^+ : E \rightarrow V,$$

25 d.h.

$$g : E \rightarrow V^2,$$

$$e \mapsto (g^-(e), g^+(e)),$$

30

so heißt das Tupel

$$(V, E, g)$$

- 35 gerichteter Graph mit Eckenmenge (Knotenmenge) V , Kantenmenge E und Inzidenzabbildung g . $g^-(e)$ heißt die initiale Ecke der

Kante $e \in E$ und $g^+(e)$ heißt die terminierende Ecke der Kante $e \in E$.

5 (ii)

Gegeben sei eine Menge V und eine Menge M . Man betrachte die Äquivalenzrelation

$$10 \quad \alpha := \{(x, y), (y, x) \in V^2 \times V^2; \text{ mit } x, y \in V\} \subseteq V^2 \times V^2$$

mit den Äquivalenzklassen

$$[x, y] := \{(x, y), (y, x)\}, \text{ für alle } x, y \in V.$$

15

Mit einer Abbildung

$$u : M \rightarrow V^2 / \alpha = \{[x, y] \mid x, y \in V\}$$

20 heißt das Tupel

$$(V, M, u)$$

ungerichteter Graph mit Eckenmenge (Knotenmenge) V ,

25 Kantenmenge M und Inzidenzabbildung u .

Fig.7a zeigt einen gerichteten Graphen 700 und **Fig.7b** zeigt einen ungerichteten Graphen 701.

30

Definition 2 (Terminierte Kanten, initiierte Kanten)

Sei (V, E, g) ein gerichteter Graph und $v \in V$. Dann sei

35 $E_{\text{term}}(v)$ die Menge der durch v terminierten Kanten, d.h.

$$E_{\text{term}}(v) := \{e \in E; g^+(e) = v\},$$

und $E_{\text{init}}(v)$ die Menge der durch v initiierten Kanten, d.h.

$$E_{\text{init}}(v) := \{e \in E; g^-(e) = v\}.$$

Definition 3 (Weg in einem gerichteten Graphen)

Sei (V, E, g) ein gerichteter Graph, $K \subseteq E$.

(i)

Für $a, b \in V$ und $n \in \mathbb{N}$ definiere

$$\Gamma_K^n(a, b) := \left\{ \begin{array}{l} (k_1, \dots, k_n) \in K^n; a = g^-(k_1)g^+(k_n) = b, \\ g^+(k_i) = g^-(k_{i+1}) \text{ für } i = 1, \dots, n-1, \\ \left| \{a, g^+(k_1), \dots, g^+(k_n)\} \right| = n+1 \end{array} \right\}$$

als die Menge aller Wege von a nach b der Länge n mit Kanten K ($\Gamma_K^n(a, b) = \{\}$, falls kein solcher Weg existiert).

(ii)

Für $a, b \in V$ definiere

$$\Gamma_K(a, b) := \bigcup_{n \in \mathbb{N}} \Gamma_K^n(a, b)$$

als die Menge aller Wege von a nach b mit Kanten aus K .

Definition 4 (Gerichteter Baum)

Sei (V, E, g) ein gerichteter Graph, $V \neq \emptyset$. (V, E, g) heißt gerichteter Baum, falls es ein $w \in V$ gibt so dass

$$|\Gamma_E(w, v)| = 1, \text{ für alle } v \in V \setminus \{w\}$$

5

und für alle $K \subseteq E, K \neq E$

$$|\Gamma_K(w, v)| = 0, \text{ für mindestens ein } v \in V \setminus \{w\}.$$

- 10 Das heißt es gibt genau einen Weg von w zu jeder Ecke $v \neq w$ und die Kantenmenge ist nicht verkleinerbar. Die eindeutige Ecke w heißt die Wurzel des gerichteten Baumes.

15 Die zweite Bedingung in der obigen Definition 4 garantiert die Eindeutigkeit der Wurzel, die sonst nicht gegeben wäre und verhindert die Existenz „überflüssiger“ Kanten in dem Baum.

20 **Fig.8** zeigt ein Beispiel eines gerichteten Baumes 800 als einen Teil des in Fig.7a skizzierten gerichteten Graphen.

Lemma 5 (Eigenschaften eines gerichteten Baumes)

25 Sei (V, E, g) ein gerichteter Baum. Dann gilt für alle $a, b \in V$

$$|\Gamma_E(a, b)| + |\Gamma_E(b, a)| \leq 1.$$

30 Definition 6 (Weglänge, Durchsatz)

Sei (V, E, g) ein gerichteter Baum mit Wurzel $w \in V$. Definiere

(i)

35

Für jedes $v \in V \setminus \{w\}$, sei $\gamma_E(v) \in \Gamma_E(w, v)$ der eindeutige Weg von w nach v , d.h.

$$\Gamma_E(w, v) = \{\gamma_E(v)\}.$$

5 (ii)

Für jedes $v \in V \setminus \{w\}$ gibt es ein $n \in \mathbb{N}$ mit

$$\{\gamma_E(v)\} = \Gamma_E(w, v) = \Gamma_E^n(w, v).$$

10

Definiere $|\gamma_E(v)| := n$ als Weglänge des Weges $\gamma_E(v)$.

(iii)

15

Definiere für $|V| < \infty$ und alle $v \in V$

$$d_E(v) := 1 + |\{z \in V; \Gamma_E(v, z) \neq \{\}\}| \in \mathbb{N}$$

20

als Durchsatz des Knotens v .

Definition 7 (Ast)

25

Sei (V, E, g) ein gerichteter Baum. Definiere für alle $v \in V$

$$V_E(v) := \{v\} \cup \{z \in V; \Gamma_E(v, z) \neq \{\}\}$$

als Ast des Knotens v .

30

Es gilt folgendes Lemma:

Lemma 8 (Mächtigkeit des Astes)

Sei (V, E, g) ein gerichteter Baum und $v \in V$. Dann gilt

$$d_E(v) = |V_E(v)|.$$

- 5 Das Gesamtnetzwerk der Fliesen-Anordnung 100 inklusive dem
Portalprozessor 401 wird im Folgenden als ein Graph
dargestellt. Um zu modellieren, dass existierende
Verbindungen zwischen zwei Knoten stets in zwei Richtungen
durchlässig sind, was eine bidirektionale Kommunikation
10 symbolisiert, wird zunächst ein ungerichteter Graph
betrachtet. Zur Festlegung des Routings wird anschließend ein
gleichwertiger gerichteter Graph abgeleitet.

15 **Definition 9 (Display-Graph)**

Sei (V, M, u) ein ungerichteter Graph mit

20 (i)

$$2 \leq |V| < \infty, 1 \leq |M| < \infty,$$

25 (ii)

u injektiv (d. h. keine Zweiecke)

30 (iii)

$$u(E) \cap \{\{x, x\} \mid x \in V\} = \{\} \text{ (d. h. schlingenfrei)}$$

35 (iv)

$w \in V$ sei ein ausgezeichneteter Knoten und heiße
Portal(knoten).

Es sei (V, E, g) der gerichtete Graph, für den gilt: Zu jedem
5 $m \in M$ betrachte neue Elemente m^- und m^+ derart, dass

$$E := \{m^-; m \in M\} \cup \{m^+; m \in M\}, \quad |E| = 2|M|.$$

Wähle die Abbildung g derart, dass
10

$$u(m) = \{g(m^-), g(m^+)\}, \quad \text{für alle } m \in M.$$

Gilt zusätzlich

15 (v)

$\Gamma_E(w, v) \neq \{\}$ für alle $v \in V \setminus \{w\}$ (d. h. zusammenhängend),

so heiße (V, E, g) ein Anzeigeeinheits-Graph, im Weiteren auch
20 bezeichnet als Display-Graph.

Ein entsprechender ungerichteter Graph 900 (vgl. **Fig.9a**) und
der dazu gleichwertige gerichtete Fliesen-Anordnungs-Graph
25 901 (**Fig.9b**) sind in den Fig.9a und Fig.9b exemplarisch
dargestellt.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird ein hexagonales 4x4-
Fliesenfeld mit einem Defekt gewählt. Die obige Definition 9
30 ist allgemein gehalten. Die betrachteten Netzwerke besitzen
weitere einschränkende Eigenschaften, die hier zunächst aber
nur kurz erwähnt werden:

- Mit Ausnahme des Portal-Knotens 902 ist die Anzahl der
Kanten, denen ein Knoten 903 als initiale
35 (terminierende) Ecke angehören kann, durch eine Zahl q
 $\in \mathbb{N}$ beschränkt. Bislang wurden $q = 4$ (Orthogonales
Netzwerk) und $q = 6$ (hexagonales Netzwerk) betrachtet.

- Der gerichtete Graph 901 ist im Allgemeinen ein ebener Graph bzw. ein plättbarer Graph (es sind Erweiterungen denkbar, bei denen dies nur für den Sub-Graphen gilt, der den Portal-Knoten 902 nicht enthält, falls die Zuleitungen 904 nicht am Rand der Fliesen-Anordnung 100 eingespeist werden).

Für die weiteren Erläuterungen ist es sinnvoll, neben dem Portal-Knoten 902 noch diejenigen Knoten 903 auszuzeichnen, die eine direkte Verbindung zu dem Portal-Knoten 902 aufweisen. Wie oben beschrieben werden diese Knoten als Einleitknoten 903 bezeichnet, das heißt sie repräsentieren die Referenzpositionen, denen die Einleit-Fliesen-Prozessoren der Fliesen-Anordnung zugeordnet sind. Die Kanten von dem Portal-Knoten 902 zu den Einleitknoten 903 werden im Weiteren als Zuleitungen 904 und die Kanten 905 zwischen Fliesen-Prozessoren als Netzwerkverbindungen bezeichnet.

Definition 10 (Zuleitungen, Netzwerkverbindungen, Einleitknoten)

Es sei (V, E, g) ein Display-Graph mit Portalknoten w . Die Menge der Zuleitungen ist dann definiert durch

$$E_{\text{port}} := \{e \in E; g^-(e) = w\}$$

und die Menge der Netzwerkverbindungen durch

$$E_{\text{net}} := \{e \in E; g^-(e) \neq w \wedge g^+(e) \neq w\}.$$

Die Menge der Einleitknoten ist definiert durch

$$V_{\text{port}} := g^+(E_{\text{port}}).$$

Im Weiteren wird die Problemstellung betrachtet, dass jedem Knoten eines Fliesen-Anordnung-Graphen vom Portal-Knoten aus innerhalb eines Zeitrahmens (innerhalb einer Refresh-Rate) eine elektronische Nachricht übermittelt werden soll.

5

Geschieht dies, wie es diese Problemstellung nahe legt, auf fest gewählten Wegen und kreuzen sich Wege, die sich getrennt haben, nicht erneut, so bedeutet dies, dass ein gerichteter Baum als Unter-Graph des Fliesen-Anordnungs-Graphen gewählt werden soll. Dieser gerichtete Graph, der auch als Routing-Baum bezeichnet wird, legt dann die Wege des Informationsflusses eindeutig fest, nicht aber die Dynamik des Informationsflusses.

10

Der Routing-Baum ist nicht eindeutig; im Allgemeinen ist die Menge aller möglichen Bäume unüberschaubar groß.

15

Definition 11 (Zulässige Baum-Menge, zulässige Kantenmenge)

20

Sei (V, E, g) ein Display-Graph mit Portalknoten $w \in V$. Die Menge aller zulässigen gerichteten Bäume in (V, E, g) ist definiert als

25

$B := \{(V, K, g|_K); \text{ mit } K \subseteq E \text{ und } (V, K, g|_K) \text{ ein gerichteter Baum mit Wurzel } w\}.$

Die Menge aller zulässigen Kantenmengen bezüglich (V, E, g) ist dann definiert als

30

$\kappa := \{K \subseteq E; (V, K, g|_K) \in B\}.$

Ein beispielhafter zulässiger Baum 1000 ist in **Fig.10**

35

dargestellt mit den entsprechenden Routing-Wegen mit dem Portal-Knoten 1001 als Wurzelknoten des gerichteten Baums 1000.

Basierend auf Definition 10 werden folgende Begriffe eingeführt:

5

Definition 12 (Zuleitungen, Netzwerkverbindungen)

Es sei (V, E, g) ein Display-Graph mit Portalknoten w und sei $K \in \mathcal{K}$. Die Menge der Zuleitungen in K ist dann definiert durch

$$K_{\text{port}} := E_{\text{port}} \cap K.$$

Die Menge der Netzwerkverbindungen durch

15

$$K_{\text{net}} := E_{\text{net}} \cap K.$$

Zur Bewertung von Bäumen werden im Folgenden eine Reihe von Kriterien aufgeführt:

20

Definition 13 (Baumbewertungen)

Sei (V, E, g) ein Fliesen-Graph mit Portalknoten $w \in V$ und der Menge \mathcal{K} der zulässigen Kantenmengen.

(i)

30

Für alle $v \in V \setminus \{w\}$ definiert

$$l_{\min}(v) := \min_{K \in \mathcal{K}} \{l_K(v)\}$$

den Abstand des Knotens v von der Wurzel w im Display-Graphen.

35

(ii)

Für alle $K \in \kappa$ definiert

5

$$L(K) := \max_{v \in V \setminus \{w\}} \{\gamma_K(v)\}$$

den Maximalabstand im durch K festgelegten Baum $(V, K, g|_K)$.

10 $L_{\min} := \min_{K \in \kappa} \{L(K)\}$

ist dann der Maximalabstand im Fliesen-Graphen.

15 (iii)

Für alle $K \in \kappa$ definiert

$$D(K) := \max_{v \in V \setminus \{w\}} \{d_K(v)\}$$

20

den Maximaldurchsatz im durch K festgelegten Baum $(V, K, g|_K)$.

$$D_{\min} := \min_{K \in \kappa} \{D(K)\}$$

25 ist dann der Maximaldurchsatz im Fliesen-Graphen.

Zur Auswahl der „besten“ Bäume bzw. Kantenmengen sind mindestens die folgenden Probleme betrachtbar:

30

(i)

Menge der Bäume, deren Knoten jeweils minimalen Abstand zur
35 Wurzel haben:

$$O_1 := \{K \in \kappa; \gamma_K(v) = l_{\min}(v) \text{ für alle } v \in V \setminus \{w\}\},$$

5 (ii)

Menge der Bäume, deren Maximalabstand minimal ist:

$$O_2 := \{K \in \kappa; L(K) = L_{\min}\},$$

10

(iii)

Menge der Bäume, deren Maximaldurchsatz minimal ist:

15

$$O_3 := \{K \in \kappa; D(K) = D_{\min}\}.$$

Es ist leicht einsehbar, dass $O_1 \subset O_2$.

20

Falls gilt $O_2 \cap O_3 \neq \{\}$, so sind alle Bäume aus $O_2 \cap O_3$ Minimierer der Funktionen L und K und als Routing-Baum besonders geeignet.

25 Falls $O_2 \cap O_3 \neq \{\}$ nicht gilt, so sind relaxierte Problemstellungen notwendig.

(iv)

30

Menge der Bäume, deren Maximalabstand höchstens um $a \in \mathbb{N}_0$ größer als minimal ist:

$$O_4^a := \{K \in \kappa; L(K) \leq L_{\min} + a\}$$

35

(v)

Menge der Bäume, deren Maximaldurchsatz höchstens um $b \in \mathbb{N}_0$ größer als minimal ist:

$$5 \quad O_5^b := \{K \in \kappa; D(K) \leq D_{\min} + b\}.$$

Für eine geeignete Wahl von $a, b \in \mathbb{N}_0$ wird stets

$$O_4^a \cap O_5^b \neq \{\}$$

möglich sein.

10

Die Problemstellung lässt sich aber auch als multikriterielles kombinatorisches Optimierungsproblem mit zwei Zielfunktionen auffassen.

15 Für den Fliesen-Graphen gemäß Fig.9b ist der Routing-Baum 1000 gemäß Fig.10 sicherlich nicht optimal und zwar nach keiner der obigen Kriterien. Der Baum 1100 gemäß Fig.11 liegt dagegen sogar in O_1 geschnitten mit O_3 .

20 Oben wurde erläutert, wie die Wege des Informationsflusses im Fliesen-Netzwerk durch die Auswahl eines Routing-Baums aus einer zulässigen Baum-Menge festgelegt werden können. Um die Anzeigeeinheiten-Knoten mit den zum Bildaufbau nötigen Informationen zu versorgen, wird jedem Knoten vom Portal-

25 Knoten ausgehend eine elektronische Nachricht entlang dieser Wege übermittelt. Eine parallele Übermittlung aller elektronischen Nachrichten ist im Allgemeinen nicht möglich, da gewisse Kapazitäten, wie viele Nachrichten in einem Zeittakt über eine Kante übertragen werden können und wie

30 viele Nachrichten in einem Knoten zwischengespeichert werden können (Queue), nicht überschritten werden dürfen. Eine zeitliche Abfolge (Dynamik) des Informationsflusses sollte daher bestimmt werden.

35 Sei im Folgenden (V, E, g) ein Fliesen-Graph mit Portal-Knoten w . Es sei $r := |V| - 1$ und $V = \{v_0, v_1, \dots, v_r\}$, $v_0 = w$.

Ist zudem $K \in \mathcal{K}$ vorgegeben, so können gewisse "Gesamt"-Routing-Matrizen τ und anschließend gewisse "Einzel"-Routing-Matrizen σ^l , $l=1, \dots, r$, eingeführt werden.

- 5 In τ wird die Information enthalten sein, wie viele elektronische Nachrichten über die einzelnen Kanten aus K in den einzelnen Zeittakten zu übertragen sind. Dabei werden Bedingungen an τ so formuliert, dass die Kapazitäten eingehalten werden und am Ende in jedem Knoten eine
- 10 elektronische Nachricht vorhanden ist. Zwischen verschiedenen Nachrichten (das heißt den Einzelfliesendaten) wird in τ noch nicht unterschieden. Wie ein Routing eines speziellen Einzelfliesendatums an die jeweilige Zielfliese erfolgt bzw. erfolgen kann, ist aus τ noch nicht unmittelbar ersichtlich.
- 15 Doch können aus τ gewisse "Einzel"-Routing-Matrizen σ^l , $l=1, \dots, r$, abgeleitet werden, die genau dieses Routing der Einzelfliesendaten zu den Zielfliesen v_l , $l=1, \dots, r$, beschreiben. Die "Einzel"-Routing-Matrizen σ^l , $l=1, \dots, r$, sind dabei nicht notwendigerweise eindeutig, doch wird die
- 20 Bewertung des Routings anhand der Routing-Dauer im Wesentlichen nur von τ abhängen. Im Weiteren wird daher ein Routing als bereits durch τ gegeben betrachtet.

25 **Definition 14 (Routing-Abbildung, Routing-Matrix)**

Es sei $K = \{k_1, \dots, k_r\} \in \mathcal{K}$ (beachte: $|K| = |V| - 1$). Es seien $c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q \in \mathbb{N}$. Eine $(c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q)$ -Routing-Abbildung oder -Matrix über den durch K bestimmten Baum $(V, K, g|_K)$ ist eine

30 Matrix

$$\tau = (\tau_{ij})_{\substack{i=1, \dots, n \\ j=1, \dots, r}} \in \mathbb{N}_0^{n, r}, n \in \mathbb{N}, \dots$$

mit folgenden Eigenschaften

35

(i)

$\tau_{ij} \leq c_{\text{port}}$ für alle $j \in \{1, \dots, r\}$ mit $k_j \in K_{\text{port}}$ und alle
 $i \in \{1, \dots, n\}$, sowie $\tau_{ij} \leq c_{\text{net}}$ für alle $j \in \{1, \dots, r\}$ mit
 5 $k_j \in K_{\text{net}}$ und alle $i \in \{1, \dots, n\}$,

(ii)

10 für alle $v \in V \setminus \{w\}$ und $1 \leq m \leq n$ gilt

$$\sum_{1 \leq i \leq m-1} \sum_{\substack{1 \leq j \leq r, \\ k_j \in K_{\text{term}}(v)}} \tau_{ij} - \sum_{1 \leq i \leq m} \sum_{\substack{1 \leq j \leq r, \\ k_j \in K_{\text{init}}(v)}} \tau_{ij} \geq 0,$$

15 (iii)

für alle $v \in V \setminus \{w\}$ und $1 \leq m \leq n$ gilt

$$\sum_{1 \leq i \leq m} \sum_{\substack{1 \leq j \leq r, \\ k_j \in K_{\text{term}}(v)}} \tau_{ij} - \sum_{1 \leq i \leq m} \sum_{\substack{1 \leq j \leq r, \\ k_j \in K_{\text{init}}(v)}} \tau_{ij} \leq q,$$

20

(iv)

für alle $v \in V \setminus \{w\}$ gilt

25

$$\sum_{1 \leq i \leq n} \sum_{\substack{1 \leq j \leq r, \\ k_j \in K_{\text{term}}(v)}} \tau_{ij} - \sum_{1 \leq i \leq n} \sum_{\substack{1 \leq j \leq r, \\ k_j \in K_{\text{init}}(v)}} \tau_{ij} = 1.$$

30

c_{port} heißt Kapazität der Zuleitungen, c_{net} heißt Kapazität
 der Netzwerkverbindungen und q heißt maximale Queue-Länge.

$|\tau| := n$

heißt Routing-Dauer. Die Menge aller $(c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q)$ -Routing-Matrizen über $(V, K, g|_K)$ werde mit

5 $\mathcal{R}_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}(K)$

bezeichnet.

Die Erweiterung gegenüber den zuvor betrachteten Routing-
10 Bäumen besteht in erster Linie darin, dass in τ zusätzlich eine zeitliche Komponente enthalten ist.

Der Matrixeintrag τ_{ij} , $i \in \{1, \dots, n\}$ $j \in \{1, \dots, r\}$ besagt, dass
im i -ten Zeittakt τ_{ij} Nachrichten über die Kante k_j
15 übertragen werden.

Bedingung (i) gewährleistet die Einhaltung von vorgegebenen Zuleitungskapazitäten und Netzwerkkapazitäten.

20 Bedingung (ii) sorgt für die nötige Kausalität im Netz. Nachrichten können nur dann von einem Knoten aus weitergeleitet werden, wenn sie zuvor (das heißt mindestens einen Zeittakt früher) an diesen Knoten übermittelt wurden.

25 Bedingung (iii) berücksichtigt Speicherplatzbeschränkungen in den Knoten.

Nach Bedingung (iv) schließlich liegt nach n Zeiteinheiten genau eine Nachricht in dem Knoten.

30 Die Routing-Matrix gibt somit gemeinsam mit dem Routing-Baum ein Routing-Verfahren mit Angabe der zeitlichen Abfolge der einzelnen Schritte an, das das Netz gleichzeitig mit Nachrichten versorgt.

35 Es wird definiert:

Definition 15 (Routing)

5 Es seien $c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q \in \mathbb{N}$. Ein $(c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q)$ -Routing ist ein Tupel (K, τ) bestehend aus einer zulässigen Kantenlänge $K = \{k_1, \dots, k_r\} \in \mathcal{K}$ und einer Routing-Matrix $\tau \in R_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}(K)$. Die Menge
 10 aller Routings werde mit $R_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}$ bezeichnet.

Wie sich nun das dynamische Routing für jeden einzelnen Knoten ergibt, sehen wir im Folgenden.

Bestimme dazu Matrizen $\sigma^1 \in \{0,1\}^{n,r}, 1 = 1, \dots, r$, nach folgendem
 15 Algorithmus:

$\tau^0 := \tau;$
 für $l = 1, \dots, r$:
 20 {
 $\sigma^1 := 0^{n,r} \in \{0,1\}^{n,r};$
 sei $(k_{p_1}, \dots, k_{p_z}), z \in \mathbb{N}$, der Weg von w nach v_l ;
 $i_{z+1} := n + 1;$
 für $y := z, \dots, 1$ absteigend:
 25 {
 $i_y := \max \{i \in \{1, \dots, i_{y+1} - 1\} : \tau_{i, p_y}^{l-1} > 0\};$
 $\sigma_{i_y p_y}^1 := 1;$
 }
 30 }
 $\tau^1 := \tau^{l-1} - \sigma^1;$
 }

Man zeigt leicht, dass der Algorithmus wohldefiniert ist, und dass $\tau^r = 0^{n,r}$ gilt. Folglich ist

$$\sum_{1 \leq l \leq r} \sigma^l = \tau.$$

5

Es ist

$$\sum_{1 \leq i \leq n} \sum_{\substack{1 \leq j \leq r, \\ k_j \in K_{\text{term}}(v_{\tilde{l}})}} \sigma_{ij}^l = \sum_{1 \leq i \leq n} \sum_{\substack{1 \leq j \leq r, \\ k_j \in K_{\text{init}}(v_{\tilde{l}})}} \sigma_{ij}^l = \delta_{l\tilde{l}}.$$

10 für alle für alle $l, \tilde{l} \in \{1, \dots, r\}$. Ein Matrixeintrag $\sigma_{ij}^l = 1$ besagt, dass die Nachricht an $v_{\tilde{l}}$ im i -ten Zeittakt über die Kante k_j weitergeleitet wird.

15 Als Beweisskizze zu obiger Wohldefiniertheit des Algorithmus werden zwei Lemmata aufgeführt:

Lemma 16 (Wohldefiniertheit von σ^1)

20

Es sei $l \in \{1, \dots, r\}$. Erfüllt $\tau^{l-1} \in N_0^{n,r}$ die Bedingung (ii) aus Definition 14 für alle $v \in V \setminus \{w\}$ und Bedingung (iv) aus Definition 14 für $v := e_1$, so lässt sich σ^l gemäß dem Algorithmus wählen.

25

Lemma 17 (Eigenschaften von τ^1)

Es sei $l \in \{1, \dots, r\}$. Erfüllt $\tau^{l-1} \in N_0^{n,r}$ die Voraussetzungen von Lemma 16 und wird σ^l gemäß obigem Algorithmus gewählt, so
30 erfüllt auch τ^l die Voraussetzungen von Lemma 16.

Definition 18 (Routing-Matrix zu einzelndem Knoten)

Es seien $c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q \in \mathbb{N}$. Es sei $(K, \tau) \in R_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}$ und

- 5 es seien die Matrizen $\sigma^1, l = 1, \dots, r$, gemäß obigen Algorithmus gewählt. Dann heißen die $\sigma^1, l = 1, \dots, r$, Routing-Matrizen zu den Knoten $v_l, l = 1, \dots, r$ bzgl. (K, τ) .

- Oft gehen wir bei der Konstruktion der Matrizen τ und
 10 $\sigma^1, l = 1, \dots, r$ umgekehrt vor. Wir legen Matrizen $\sigma^1, l = 1, \dots, r$, fest, indem wir angeben, in welcher zeitlichen Abfolge die Nachricht an v_l über den Weg $\gamma_K(v_l)$ weitergeleitet wird. τ ergibt sich dann aus

15
$$\tau := \sum_{1 \leq l \leq r} \sigma^1.$$

- Die zeitliche Abfolge des Routings zu jedem einzelnen Knoten und damit die $\sigma^1, l = 1, \dots, r$, sind dabei so zu wählen, dass
 20 die Kapazitäten von Kanten und Knoten nicht überschritten werden, d. h. dass τ die Punkte (i) und (iii) aus Definition 14 erfüllt.

- 25 Im Weiteren werden Kriterien zu einem "günstigen" und nach Möglichkeit "optimalen" Auswahl von Routing-Verfahren in einem Anzeigeeinheits-Graphen angegeben. Es wird ein Routing im Weiteren dann als optimal bezeichnet, wenn es die kürzest mögliche Dauer beansprucht. Um dies in mathematische Sprache
 30 fassen zu können, werden folgende Begriffe eingeführt.

Sei dabei (V, E, g) stets ein Anzeigeeinheits-Graph und sei wie zuvor $V = \{v_0, \dots, v_r\}$ mit $v_0 = w$.

Definition 19 (Minimale Routing-Dauer)

(i)

5

Sei $K = \{k_1, \dots, k_r\} \in \mathcal{K}$ und seien $c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q \in \mathbb{N}$. Dann definiert

$$T_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}^{\min}(K) := \min_{\tau \in R_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}(K)} \{|\tau|\}$$

10

die minimale Routing-Dauer über den durch K festgelegten Baum $(V, K, g|_K)$.

15 (ii)

Seien $c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q \in \mathbb{N}$. Dann definiert

$$T_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}^{\min} := \min_{K \in \mathcal{K}} |T_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}^{\min}(K)|$$

20

die minimale Routing-Dauer im Fliesen-Graphen.

Definition 20 (Optimales Routing)

25

(i)

Sei $K = \{k_1, \dots, k_r\} \in \mathcal{K}$ und seien $c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q \in \mathbb{N}$. Unter
 30 einer optimalen Routing-Matrix im durch K festgelegten Baum $(V, K, g|_K)$ wird eine Routing-Matrix verstanden aus folgender Menge

$$R_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}^{\min}(K) := \left\{ \tau \in R_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}(K); |\tau| = T_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}^{\min}(K) \right\}.$$

(ii)

- 5 Seien $c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q \in \mathbb{N}$. Unter einem optimalen Routing wird ein Routing verstanden aus folgender Menge

$$R_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}^{\min} := \left\{ (K, \tau); K = \{k_1, \dots, k_r\} \in \kappa, \tau \in R_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}(K) \right. \\ \left. \text{und } |\tau| = T_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}^{\min} \right\}$$

10

Die Wahl einer optimalen Routing-Matrix bei bereits festgelegten Routing-Baum im Sinne von Definition 20 (i) ist einfach. Sie wird im vorliegenden Abschnitt für die Sonderfälle c_{port} und $c_{\text{net}} = 1$ und c_{port} und $c_{\text{net}} > 1$ erläutert.

15

Die Lösung des in Definition 20 (ii) gestellten Optimierungsproblems bei freier Wahl des Routing-Baumes ist erheblich schwieriger. Um es exakt zu lösen, ist das Problem meist zu komplex. Im Folgenden werden aus diesem Grund heuristische Verfahren zu seiner Lösung erläutert. Die Lösung des Optimierungsproblems aus Definition 20 (i) bei festgelegtem Routing-Baum liefert dabei wichtige Strategien für die günstige Wahl des Routing-Baums.

25

Zunächst wird der Sonderfall erläutert, bei dem gilt $c_{\text{port}} = c_{\text{net}} = 1$.

30

Es sei $q \in \mathbb{N}$ beliebig und $K \in \kappa$. Ohne Beschränkung der Allgemeingültigkeit gelte $K_{\text{port}} = E_{\text{port}}$ (ansonsten betrachte $u \in V_{\text{port}} \setminus g^+(K_{\text{port}})$ nicht als Einleitknoten, setze also $V_{\text{port}} := g^+(K_{\text{port}})$).

Wegen $c_{\text{port}} = 1$ überlegt man leicht, dass

$$T_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}^{\min}(K) \geq \max_{v \in V_{\text{port}}} d_K(v) = D(K).$$

5 Es liegt sogar Gleichheit vor. Sei dazu

$$n := \max_{v \in V_{\text{port}}} d_K(v) = D(K).$$

Die Idee des folgenden Routings ist, dass in jedem Zeittakt
 10 über jede Zuleitung eine elektronische Nachricht in die
 Einleitknoten gelangt und in den folgenden Zeitintervallen
 schrittweise an ihren jeweiligen Zielknoten, das heißt den
 Ziel-Fliesen-Prozessor, weitergeleitet wird. Es werden
 zunächst die Nachrichten an die weiter entfernten Knoten,
 15 später die Nachrichten an die nah am Portal-Knoten liegenden
 Knoten, das heißt Fliesen-Prozessor, eingespeist. Ein
 entsprechendes Routing ist in den **Fig.12a** bis **Fig.12i** für den
 Fall $c_{\text{port}} = c_{\text{net}} = 1$ dargestellt. Mit den kleinen Vierecken
 ist jeweils eine elektronische Nachricht 1201 symbolisiert,
 20 welche über den Portal-Knoten 1202 zu den Einleit-Fliesen-
 Prozessoren 1203 in die Fliesen-Anordnung 100 geführt wird.

Es wird betrachtet $u \in V_{\text{port}}$ und es wird gesetzt

$d := d_K(u) = |V_K(u)|$. Es sei

25 $V_K(u) = \{v_{q_1}, \dots, v_{q_d}\}$ mit $v_{q_1} = u$ derart angeordnet, dass

$$\Gamma_K(v_{q_i}, v_{q_j}) = \{\} \quad (1)$$

30 für $i > j$. Dies ist insbesondere dann erfüllt, wenn

$$|\gamma_K(v_{q_i})| \geq |\gamma_K(v_{q_j})|$$

für $i > j$. Sei nun $l \in \{1, \dots, d\}$ beliebig und sei $(k_{p_1}, \dots, k_{p_z})$ $z \in \mathbb{N}$, der Weg von w nach v_{q_1} .

Dann setze für alle $i \in \{1, \dots, n\}$ und $j \in \{1, \dots, r\}$

5

$$\sigma_{ij}^{q_1} := \begin{cases} 1 & \text{falls } 1 + (d-1) \leq i \leq z + (d-1) \text{ und } p_{i-(d-1)} = j, \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Um zu zeigen, dass σ^{q_1} eine Routing-Matrix zu v_{q_1} definiert,

10 genügt es zu zeigen, dass

$$z + (d-1) \leq n,$$

denn dann reichen die n Zeittakte, um die Nachricht gemäß

15 unserer Konstruktion von σ^{q_1} an ihr Ziel v_{q_1} zu leiten.

Wegen (1) ist $1 \geq z$ und damit

$$z + (d-1) \leq d \leq n$$

20 und damit ist es gezeigt.

Entsprechend obiger Überlegungen lassen sich durch

Betrachtung aller Einleitknoten schließlich die σ^l für alle $l \in \{1, \dots, r\}$ bestimmen. Wie üblich wird gebildet

25

$$\tau := \sum_{l=1}^r \sigma^l.$$

Man sieht leicht, dass τ dann wirklich ein $(1,1,q)$ -Routing

30 über $(V, K, g|_K)$ für beliebige $q \in \mathbb{N}$ definiert und nach obigen

Überlegungen optimal ist. Es gilt also

$$T_{c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q}^{\min}(K) = \max_{v \in V_{\text{port}}} d_K(v) = D(K).$$

Fig.12a zeigt den Ausgangszustand, zu dem alle Nachrichten 1201 in dem Portal-Knoten 1202 gespeichert sind. Nach einem ersten Zeittakt sind die ersten zwei Nachrichten 1201 den Einleit-Fliesen-Prozessoren 1203, das heißt den Fliesen-Prozessoren der Fliesen-Anordnung 100; über welche die Information über die Fliesen-Anordnung zu den jeweiligen Fliesen-Prozessoren zugeführt werden können, zugeführt und dort zwischengespeichert (vgl. **Fig.12b**). Nach einem weiteren Zeitschritt (vgl. **Fig.12c**) sind die ersten beiden Nachrichten schon an erste innere Knoten 1204 der Fliesen-Anordnung übertragen und zwei weitere Nachrichten 1201 sind den Einleit-Fliesen-Prozessoren 1203 zugeführt worden. Nach jeweils einem weiteren Zeitschritt ist die jeweilige elektronische Nachricht 1201 immer um jeweils einen Fliesen-Prozessor weiter übertragen worden und es sind jeweils zwei neue Nachrichten 1201 in die Fliesen-Anordnung 100 zugeführt worden, anders ausgedrückt den Einleit-Fliesen-Prozessoren 1203 zugeführt. Die **Fig.12d**, **Fig.12e**, **Fig.12f**, **Fig.12g**, **Fig.12h**, **Fig.12i** zeigen das sukzessive Voranschreiten der Übertragung der Nachrichten bis zu ihrem jeweiligen Ziel-Fliesen-Prozessor nach jeweils einem Zeittakt.

Als eine mögliche vorteilhafte Strategie für die Wahl eines optimalen Routings bei freier Wahl des Routing-Baums im Sinne von Definition 20 (ii) kann festgehalten werden:

Wähle den Routing-Baum so, dass alle Einleit-Knoten möglichst gleich großen (genauer: maximal um den Wert 1 unterschiedlichen) Durchsatz besitzen und setze die Routing-Matrix entsprechend obigen Überlegungen.

Im Weiteren wird der zweite Sonderfall kurz erläutert, bei dem gilt:

$$c := c_{\text{port}} = c_{\text{net}} > 1, \quad q \geq c.$$

Sei $K \in \mathcal{K}$. Ohne Beschränkung der Allgemeingültigkeit gelte wiederum $K_{\text{port}} = E_{\text{port}}$.

- 5 In diesem Fall ist es schwieriger, die minimale Routing-Dauer im Voraus anzugeben. Es wird somit eine Routing-Matrix entwickelt, die ein optimales $(c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q)$ -Routing über $(V, K, g|K)$ definiert. Aus ihr kann schließlich die minimale Routing-Dauer ermittelt werden. Die Idee für diese Variante
 10 des Routings ist gleich der für den Fall $c_{\text{port}} = c_{\text{net}} = 1$ zuvor entwickelten, nur dass in diesem Fall stets $c = c_{\text{port}} = c_{\text{net}}$ Nachrichten gleichzeitig in einen Einleit-Knoten eingeleitet werden, um von dort aus an die am weitesten entfernten, noch nicht benachrichtigten Knoten
 15 weitergeleitet zu werden. Ein solches Routing ist wiederum in den **Fig.13a** bis **Fig.13f** skizziert.

Es sei zunächst

$$20 \quad \tilde{n} := \max_{v \in V_{\text{port}}} d_K(v).$$

- Es sei $u \in V_{\text{port}}$ und es sei $d := d_K(u) = |V_K(u)|$. Es sei
 25 $V_K(u) = (v_{q_1}, \dots, v_{q_d})$ mit $v_{q_1} = u$ so angeordnet, dass

$$|\gamma_K(v_{q_i})| \geq |\gamma_K(v_{q_j})|$$

- falls $i > j$. Sei $l \in \{1, \dots, d\}$ und $\hat{d} := \left\lfloor \frac{d-1}{c} \right\rfloor$, d. h. die
 30 nächst kleinere ganze Zahl zu $\frac{d-1}{c}$. Sei $(k_{p_1}, \dots, k_{p_z})$ der Weg von w nach v_{q_1} . Setze nun für alle $i \in \{1, \dots, \tilde{n}\}$ und $j \in \{1, \dots, r\}$

$$\tilde{\sigma}_{ij}^{q_1} := \begin{cases} 1 & \text{falls } 1+\hat{d} \leq i \leq z+\hat{d} \text{ und } p_{i-\hat{d}}=j \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}.$$

Wie zuvor, bestimme auf die Weise $\tilde{\sigma}^1$ für alle $1 \in \{1, \dots, r\}$ und setze

5

$$\tilde{\tau} := \sum_{l=1}^r \tilde{\sigma}^l.$$

Streiche nun all diejenigen Zeilen in $\tilde{\tau}$, die gleich 0 sind, d. h. setze

10

$$n := \min \{ \hat{n} \in \mathbb{N}; \tau_{ij} = 0 \text{ für alle } \hat{n} < i \leq \hat{n} \text{ und } j = 1, \dots, r \}$$

und

$$15 \quad \tau := (\tilde{\tau}_{ij})_{\substack{i=1, \dots, n \\ j=1, \dots, r}}.$$

Man kann zeigen, dass τ ein optimales $(c_{\text{port}}, c_{\text{net}}, q)$ -Routing über $(V, K, g|K)$ für beliebige $q \geq c$ definiert. Des Weiteren gilt

20

$$\left\lceil \frac{D(K)}{c} \right\rceil = \max_{v \in V_{\text{port}}} \left\lceil \frac{d_K(v)}{c} \right\rceil \leq n \leq \max_{v \in V_{\text{port}}} d_K(v) = D(K)$$

und

$$25 \quad L(K) \leq n.$$

Wie groß n nun tatsächlich ist, hängt von der konkreten Struktur der Äste der Einleitknoten ab, kann aber leicht berechnet werden. Dazu wird zunächst für jedes $u \in V_{\text{port}}$ die

30 Anzahl der Zeittakte n_u berechnet, die benötigt wird, um alle Nachrichten an die Knoten des Astes von u zu routen. $V_K(u)$ und d seien dabei wie oben. Dann gilt:

$$n_u = \max_{l \in \{1, \dots, d\}} \left(\gamma_K(v_{q_l}) + \left\lfloor \frac{d-1}{c} \right\rfloor \right).$$

Daraus ergibt sich die Routing-Dauer n als

5

$$n = \max_{u \in V_{\text{port}}} n_u.$$

10 Als alternative Strategie für die Wahl eines optimalen Routings bei freier Wahl des Routing-Baums im Sinne von Definition 20 (ii) ergibt sich somit:

15 Wähle den Routing-Baum so, dass alle Einleit-Knoten möglichst gleich großen Durchsatz besitzen und der Baum in den Ästen der Einleit-Knoten "ausreichend weit verzweigt" ist, so dass n möglichst nahe an $\left\lceil \frac{D(K)}{c} \right\rceil$ herankommt. Setze die Routing-Matrix entsprechend obigen Überlegungen.

20 Eine "ausreichend weite Verzweigung" liegt anschaulich dann vor, wenn für alle Einleit-Knoten Folgendes gilt: Betrachte den Ast des Einleit-Knotens, ordne die zugehörigen Knoten nach aufsteigender Weglänge. Dann sollen sich die Weglängen der Knoten nur alle c Knoten um den Wert 1 erhöhen, das heißt c Knoten der Weglänge 2, c Knoten der Weglänge 3,

25

Bei geringen Kapazitäten der jeweiligen Knoten und der Zuleitungen ist es wichtiger, auf einen gleichmäßigen Durchsatz in dem Einleit-Knoten zu achten, da in diesem Fall üblicherweise der Durchsatz durch die Einleit-Knoten der ausschlaggebende Faktor für die Begrenzung der Routing-Dauer nach unten ist. Die Einleit-Knoten stellen in diesem Falle gewissermaßen eine Engstelle des Baumes dar. Bei höheren Kapazitäten ist es dagegen wichtiger, auf ausreichend viele Verzweigungen im Baum und damit kurze Weglängen zu achten.

30

Hier sind es üblicherweise die Weglängen, die die Routing-Dauer nach unten begrenzen. Sehr hohe Kapazitäten sind dagegen gar nicht mehr sinnvoll, da das hexagonale Netz die Zahl der Verzweigungen limitiert und gewisse minimale

5 Weglängen von der Topologie des Netzes, das heißt die Topologie der Vermaschung bzw. Verkopplung der Fliesen-Prozessoren in der Fliesen-Anordnung 100 vorgegeben sind.

Im Weiteren werden Ausführungsbeispiele der Verfahren zur

10 Selbstorganisation der Fliesen-Prozessoren in der Fliesen-Anordnung erläutert.

Gemäß den Ausführungsbeispielen wird folgende Situation vorausgesetzt:

- 15 • Der zentralen externen Einheit, das heißt dem Portalprozessor ist die Topologie des Netzwerkes, das heißt die Anordnung der Fliesen-Prozessoren in der Prozessor-Anordnung unbekannt.
- Die Fliesen-Prozessoren sind durch bidirektionale
- 20 Verbindungen miteinander vermascht.
- Eine direkte Kommunikation erfolgt nur zwischen jeweils einander unmittelbar benachbarten Nachbar-Fliesen-Prozessoren.
- Basis der Kommunikation ist der Austausch von
- 25 elektronischen Nachrichten, wie sie beispielsweise in **Fig.14** dargestellt sind.
- Jeder Kontakt mit anderen Komponenten zur Selbstorganisation (Positionsbestimmung, Erstellung von Routing-Tabellen etc.) und zum Bildaufbau wird durch
- 30 verschiedene Nachrichten abgewickelt. Fig. 14 zeigt einen Fliesen-Prozessor einer ersten Fliese 1401 mit hexagonaler Form sowie einen Fliesen-Prozessor einer zweiten Fliese 1402, welche ebenfalls eine hexagonale Form aufweist. Die erste Fliese 1401 weist sechs
- 35 bidirektionale Kommunikationsschnittstellen 1403 auf, was durch jeweils einen Doppelpfeil in Fig.14 angedeutet ist. Auch die zweite Fliese 1402 weist sechs

bidirektionale Kommunikationsschnittstellen 1404 auf.
Die erste Fliese 1401 und die zweite Fliese 1402 sind
über eine Zuleitung 1405, das heißt eine elektrisch
leitende Verbindung, welche selbstverständlich auch als
5 optische Kommunikationsverbindung ausgestaltet sein kann
oder als Funkverbindung miteinander derart gekoppelt,
dass sowohl eine erste Nachricht 1406 von der ersten
Fliese 1401 zu der zweiten Fliese 1402 übermittelt
werden kann als auch eine zweite Nachricht 1407 von der
10 zweiten Fliese 1402 zu der ersten Fliese 1401.

Gemäß den vorliegenden Ausführungsbeispielen sind in
fehlerfreiem Zustand alle Fliesen 1401, 1402 und damit alle
Fliesen-Prozessoren miteinander voll vermascht über die
15 entsprechenden Zuleitungen und die bidirektionalen
Kommunikationsschnittstellen.

Die oben genannte Problemstellung wird durch
Selbstorganisation basierend auf lokalem Nachrichtenaustausch
20 zwischen zwei einander unmittelbar benachbarten Fliesen 1401,
1402 gelöst.

Das Selbstorganisationsverfahren besteht somit aus verteilten
uniformen Algorithmen, die diese elektronischen Nachrichten
25 über deren Kommunikationsschnittstellen übertragen.

Im Laufe des Verfahrens erlernen die Fliesen-
Prozessoreinheiten die Ausrichtung ihrer Fliese und ihre
ebene Position innerhalb der Fliesen-Anordnung sowie den
30 Abstand der jeweiligen Fliese zu dem Portalprozessor,
allgemein zu einer Referenzposition. Die Referenzposition
kann auch die Position einer Prozessoreinheit, welche sich an
der Einleitstelle der Fliesen-Anordnung 100 befindet, sein.
In weiteren Schritten werden lokal Routing-Wege zwischen den
35 einzelnen Fliesen und dem Portalprozessor geprägt. Die
Algorithmen zur Wahl der Routing-Wege sind dabei derart
ausgelegt, dass bei einem gleichmäßigen Informationsfluss die

Routing-Dauer möglichst minimal wird. Die Selbstorganisation legt auch den Algorithmus zur Verteilung der Information bei Einsatz der Fliesen-Anordnung 100 im Rahmen des Informationsdarstellung mittels der Fliesen-Anordnung 100, fest. Aufgrund der speziellen Konzeption des Verfahrens spielen die Form der Fliesen-Anordnung 100 und damit auch ausgefallene Einzelkomponenten keine Rolle, womit erfindungsgemäß eine hohe Fehlertoleranz erreicht wird.

- 10 Das gesamte Verfahren weist eine Vereinigung folgender Teil-Verfahren auf:
- Uniforme Teilalgorithmen zur Nachrichtenverarbeitung, die von den Fliesen-Prozessoren ausgeführt werden,
 - dem Steueralgorithmus des Portalprozessors,
 - 15 • einem Nachrichtenkatalog, welcher die Schnittstelle der Teilalgorithmen darstellt.

Im Folgenden wird ohne Einschränkung der Allgemeingültigkeit eine hexagonale Vermaschung der Fliesen innerhalb der Fliesen-Anordnung 100 angenommen.

Die Übertragung der Algorithmen auf den orthogonalen Fall oder andere ebene Vermaschungen ist aber erfindungsgemäß vollkommen analog zu dieser unten gegebenen Darstellung.

25 Gemäß einem Kommunikations-Schichtenmodell unterhalb der erfindungsgemäß benötigten Funktionen liegende Funktionen, beispielsweise Ping-Nachrichten, die Sicherung der Übertragung mittels Prüfsummen, Empfangsbestätigung, Neuanforderung defekter Nachrichten etc. werden im Weiteren nicht berücksichtigt. Diese können jedoch ohne Weiteres im Rahmen der Erfindung implementiert sein.

Generell gilt bei den im Weiteren beschriebenen Verfahrensschritten, dass jeder Fliesen-Prozessor aufgrund empfangener Nachrichten für jeden seiner Nachbar-Fliesen-Prozessoren einen Datensatz anlegt, der die gewonnenen

Informationen in einem dem jeweiligen Prozessor zugeordneten Speicher speichert.

5 In einem ersten Teil-Verfahren lernen die Fliesen-Prozessoren eine gleichmäßige Ausrichtung der Fliesen.

Da alle Verbindungen des Portalprozessors gemäß obiger Konvention mit der Südwest-Seite der entsprechenden Einleit-Fliesen-Prozessoren an den Einleitstellen verknüpft sind,
10 kann dies zur Erzeugung der Kohärenz verwendet werden.

Dazu werden MessKohärenz-Nachrichten versendet, die als Parameter die Anzahl der Verbindungen enthalten, die die Empfangsverbindung gegen den Uhrzeigersinn von der
15 Ostrichtung, wie oben definiert, entfernt ist.

Jeder Fliesen-Prozessor ist zur Initialisierung als inkohärent gesetzt.

20 Bei Empfang einer MessKohärenz-Nachricht 1501 (vgl. **Fig.15**) werden von der die MessKohärenz-Nachricht 1501 empfangenden Prozessoreinheit 1500 die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Falls die Prozessoreinheit 1500 schon kohärent ist, wird
25 die Verarbeitung beendet.

2. Die Ost-Richtung wird anhand des Nachrichtenparameters bestimmt und alle Verbindungsbezeichnungen / Verbindungsnummerierungen werden entsprechend ausgerichtet.
30

3. Die Prozessoreinheit 1500 wird als kohärent gesetzt.

4. Über alle Verbindungen werden MessKohärenz-Nachrichten 1601, 1602, 1603, 1604, 1605, 1606 von der Prozessoreinheit
35 1500 ausgesendet, deren Parameter jeweils so gewählt werden, dass die jeweilige MessKohärenz-Nachricht 1601, 1602,

1603, 1604, 1605, 1606 empfangenden Prozessoreinheiten 101 sich auf obige Weise korrekt ausrichten können (vgl. **Fig.16**).

Das Teil-Verfahren zur gleichmäßigen Ausrichtung wird dadurch
5 in Gang gesetzt, dass der Portalprozessor über seine Verbindungen die MessKoherenz-Nachricht(2) mit dem Parameterwert 2 an die jeweiligen Einleit-Fliesen-Prozessoren übermittelt. Das Teil-Verfahren terminiert, wenn die letzte Prozessoreinheit kohärent geworden ist.

10 Die Zahl der benötigten Zeittakte zur Durchführung des Prozesses entspricht der maximalen Distanz eines Fliesen-Prozessors von den Portalprozessor. Bis zum "Ersterben" der letzten Nachrichtenkommunikation können eventuell noch ein
15 bis zwei Zeittakte mehr benötigt werden.

In einem weiteren Teil-Verfahren ermitteln die Fliesen-Prozessoren mittels Austauschs elektronischer Nachrichten untereinander automatisch ihre örtliche Position innerhalb
20 der Fliesen-Anordnung.

Da das hexagonale Feld der Fliesen innerhalb der Fliesen-Anordnung 100 aus jeweils versetzten Zeilen besteht, wird das Koordinatensystem gemäß diesem Ausführungsbeispiel so
25 gewählt, dass die Spaltennummern in den Zeilen abwechselnd geradzahlig oder ungeradzahlig sind.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass bei einem orthogonalen Aufbau der Fliesen-Anordnung das
30 Koordinatensystem sehr einfach kanonisch wählbar ist.

Auf die oben beschriebene Weise wird es bei dem hexagonalen Feld ermöglicht, dass ein Prozessor unabhängig von der Geometrie der Fliesen-Anordnung aus seiner eigenen Position
35 (i, j) mit Zeile i und Spalte j die Positionen seiner Nachbar-Fliesen ermitteln kann.

Die jeweiligen Positionen sind in **Fig.17** für die
Prozessoreinheit einer Fliese 1500 dargestellt. Wie man in
Fig.17 sieht, ist als Konvention vereinbart, dass die
Spaltennummern von West nach Ost (von links nach rechts)
5 ansteigen und die Zeilennummern von Süd nach Nord (von unten
nach oben) ansteigen.

Zur Positionsbestimmung werden gemäß diesem
Ausführungsbeispiel MessPosition-Nachrichten 1701, 1702,
10 1703, 1704, 1705, 1706 ausgetauscht, die zwei Parameter
enthalten, nämlich die Zeilennummer und die Spaltennummer,
die die MessPosition-Nachricht 1701, 1702, 1703, 1704, 1705,
1706 sendende Prozessoreinheit als von ihr angenommene
Position der die jeweilige Nachricht 1701, 1702 1703, 1704,
15 1705, 1706 empfangenden Prozessoreinheit berechnet hat.

Zur Initialisierung ist die Position jedes Fliesen-Prozessors
als (0,0) definiert. Der Prozess der Positionsbestimmung
beginnt bei jedem Fliesen-Prozessor, sobald er kohärent
20 geworden ist, wie oben erläutert wurde.

Über alle Verbindungen werden dann die MessPosition-
Nachrichten 1701, 1702, 1703, 1704, 1705, 1706 versendet, wie
in Fig.17 dargestellt.

25 Bei Empfang einer Mess-Position-Nachricht 1701, 1702, 1703,
1704, 1705, 1706 mit Zeilenparameter z und Spaltenparameter s
werden von der jeweiligen empfangenden Prozessoreinheit die
folgenden Schritte durchgeführt:

30 1. Falls $z > i$, wobei i die eigene Zeilennummer darstellt, so
wird $i = z$ gesetzt.

2. Falls $s > j$, wobei j die eigene Spaltennummer darstellt,
35 so wird $j = s$ gesetzt.

3. Falls sich aufgrund von Schritt 1 oder Schritt 2 eine Änderung der eigenen Position (i, j) ergeben hat, so werden über alle Verbindungen MessPosition-Nachrichten 1701, 1702, 1703, 1704, 1705, 1706 versendet, wie in Fig.17 dargestellt.

5

Das Teil-Verfahren wird beendet, wenn sich keine Positionsänderungen mehr ergeben.

Fig.18 zeigt ein Beispiel für die Fliesen-Anordnung 1800 mit verschiedenen Defekten, welches nach der oben beschriebenen Vorgehensweise automatisch die Positionen der einzelnen Prozessoren und damit der Fliesen bestimmt hat. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wurden sowohl ausgefallene, d.h. fehlerhafte Prozessoren als auch ausgefallene Verbindungen verwendet. Dieses Ausführungsbeispiel dient auch im Weiteren Verlauf dieser Beschreibung in zwei Varianten mit einer unterschiedlichen Anzahl von Einleit-Prozessoreinheiten zur Beschreibung der weiteren Teil-Verfahren.

Die Zahl der benötigten Zeittakte zur Durchführung des Prozesses ist nach oben begrenzt durch die maximale Distanz eines Fliesen-Prozessors von einem anderen Fliesen-Prozessor in der Prozessor-Anordnung. Bis zum "Ersterben" der letzten Nachrichtenkommunikation können noch ein bis zwei Zeittakte mehr benötigt werden. Üblicherweise ist jedoch das Teil-Verfahren in Abhängigkeit der Geometrie der Prozessor-Anordnung 1800 in der Regel sogar schneller durchführbar.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass bei der Darstellung von Information von dem Portalprozessor eine Abbildung auf das so ermittelte Koordinatensystem der Fliesen-Anordnung 1800 durchgeführt wird. Bei dem in späteren Teil-Verfahren erfolgten Aufbau von Routing-Wegen werden dem Portalprozessor die jetzt lokal gespeicherten Informationen übermittelt, so dass eine entsprechende Abbildung in dem Portalprozessor erfolgen kann.

In Fig.18 ist in der Fliesen-Anordnung jeweils für jede Fliesen 1801 ihre örtliche Position innerhalb der Fliesen-Anordnung 1800 in Form eines Wertetupfels aufgetragen.

- 5 In einem zusätzlichen Teil-Verfahren wird der jeweilige Abstand einer Prozessoreinheit und damit der Fliese von dem Portalprozessor, das heißt die Länge des Weges von dem Fliesen-Prozessor zum Portalprozessor (siehe auch Definition 6) ermittelt, allgemein der Abstand einer Fliese in der
10 Fliesen-Anordnung 1800 von einer vorgegebenen Referenzposition.

Zur Initialisierung dieses Teil-Verfahrens ist der Abstand jeder Fliese 1801 als "unendlich" definiert. Gemäß diesem
15 Ausführungsbeispiel ist der Abstand jedes Fliesen-Prozessors zu dem Portalprozessor als ein Wert definiert, der größer ist als ein maximaler Wert, der innerhalb der Fliesen-Anordnung als Abstand angenommen werden kann.

- 20 Es wird-ohne Einschränkung der Allgemeingültigkeit vorausgesetzt, dass die Schritte der oben dargestellten Teil-Verfahren bereits durchgeführt wurden.

Der Prozess der Abstandsbestimmung wird dann von dem
25 Portalprozessor mittels Versendens von `MessDistance(0)`-Nachrichten an die Prozessoreinheiten an den Einleit-Stellen der Fliesen-Anordnung 1800 gestartet.

Bei Empfang einer `MessDistance`-Nachricht mit
30 Abstandsparameter `a` werden von der jeweiligen die `MessDistance`-Nachricht empfangenden Prozessoreinheit die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Falls $d \geq a+1$, wobei d den eigenen Abstand darstellt, so
35 wird $d = a + 1$ gesetzt.

2. Falls sich aufgrund von Schritt 1 eine Änderung des eigenen Abstandes d ergeben hat, so werden über alle Verbindungen MessDistance-Nachrichten 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906 an die jeweils benachbarten
5 Prozessoreinheiten versendet (vgl. **Fig.19**). Die jeweilige MessDistance-Nachricht 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906 enthält jeweils als Parameter den Abstandswert, den die Prozessoreinheit der Fliese 1500 in dem vorangegangenen Schritt ermittelt hat.

10 Das Teil-Verfahren terminiert, wenn sich keine Abstandsänderungen mehr ergeben.

Fig.20 und **Fig.21** zeigen die Fliesen-Anordnung 1800 gemäß
15 einem ersten Ausführungsbeispiel und eine Fliesen-Anordnung 2100 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, wobei bei der Fliesen-Anordnung 1800 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel alle Prozessoreinheiten 2001 der Fliesen in der untersten Zeile 2002 der Fliesen-Anordnung 1800 mit dem Portalprozessor
20 über deren Südwest-Seite 2003 gekoppelt sind.

Bei der Fliesen-Anordnung 2100 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel enthält die unterste Zeile 2101 der Fliesen-Anordnung 2100 sowohl Fliesen 2102, welche nicht mit
25 dem Portalprozessor gekoppelt sind als auch Fliesen 2101, welche über deren an der Südwest-Seite angeordneten Kommunikationsschnittstellen 2104 mit dem Portalprozessor gekoppelt sind. Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist jede dritte Fliese in der untersten Zeile 2101 über ihre an
30 der Südwest-Seite liegenden Kommunikationsschnittstelle mit dem Portalprozessor verbunden.

Die Zahl der benötigten Zeittakte zur Durchführung des Prozesses entspricht der maximalen Distanz einer Fliese von
35 dem Portalprozessor. Wiederum können bis zum "Ersterben" der letzten Nachrichtenkommunikation noch ein bis zwei Zeittakte mehr benötigt werden.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass jede
Prozessoreinheit einer Fliese aufgrund der jeweils
empfangenen Nachrichten auch die Entfernung seiner direkten
5 Nachbar-Prozessoreinheiten von dem Portalprozessor bei sich
lokal zur späteren Verwendung speichern kann.

Anschaulich wird in diesem Teil-Verfahren in einem iterativen
Verfahren der eigene Abstandswert der Prozessoreinheit dann
10 verändert, wenn der bisher gespeicherte Abstandswert größer
ist als der um einen vorgegebenen Wert erhöhte empfangene
Abstandswert in der jeweils empfangenen Nachricht. Für den
Fall, dass eine Prozessoreinheit den eigenen Abstandswert
verändert, erzeugt dieser eine MessAbstands-Nachricht und
15 sendet diese über alle Kommunikationsschnittstellen an
benachbarte Prozessoreinheiten, wobei die MessAbstands-
Nachricht jeweils den eigenen Abstand als Abstandsinformation
enthält oder den Abstandswert, den die empfangene
Prozessoreinheit von dem Portalprozessor aufweist,
20 vorzugsweise einen um einen vorgegebenen Wert erhöhten Wert
gegenüber dem eigenen Abstandswert, vorzugsweise einem
Abstandswert, der um den Wert "1" erhöht ist.

Im Weiteren wird das Teil-Verfahren zur regulären
25 Rückwärtsorganisation beschrieben.

Um die folgenden Verfahrensschritte durchführen zu können,
ist es erforderlich, dass der Abstand eines Fliesen-
Prozessors zu einer jeweiligen Referenzposition ermittelt
30 worden ist und somit bekannt ist und vorzugsweise als
jeweilige Abstandsinformation in dem Speicher des jeweiligen
Prozessors gespeichert ist.

In dem im Weiteren beschriebenen Teil-Verfahren werden die
35 Verbindungen zwischen den jeweiligen Prozessoreinheiten im
Weiteren als Kanäle bezeichnete Instanzen ausgezeichnet.

Die Mengen der Prozessoreinheiten mit dem Portalprozessor als Wurzel-Knoten und den Kanälen als Kanten zwischen den jeweiligen Prozessoreinheiten bilden einen Baum. Dieser Baum wird für das anschließende Routing verwendet, wie es oben in
5 Zusammenhang mit den graphentheoretischen Grundlagen beschrieben worden ist.

Die Kanäle werden in regulärer Weise so bestimmt, dass jede
10 Prozessoreinheit auf einem kürzesten Weg mit dem Portal-Knoten verbunden wird.

Zur Initialisierung ist jeder Fliesen-Prozessor einer Fliese 1500 als „unorganisiert“ definiert. Der Prozess der Organisation wird von dem Portalprozessor mittels Versendens
15 von MessOrganize-Nachrichten 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, welche keinerlei Parameter aufweisen, über alle Verbindungen hinweg gestartet.

Bei Empfang einer MessOrganize-Nachricht 2201, 2202, 2203,
20 2204, 2205, 2206 werden von der jeweils die Nachricht empfangenden Prozessoreinheit die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Falls die Prozessoreinheit schon organisiert ist, wird die
25 Verarbeitung beendet.
2. Über alle Verbindungen mit Ausnahme der Empfangsverbindung, das heißt der Verbindung, über die die MessOrganize-Nachricht 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206
30 empfangen worden ist, werden zusätzliche Mess-Organize-Nachrichten versendet (vgl. **Fig.22**).
3. Die Prozessoreinheit ermittelt aufgrund der zuvor ermittelten Abstandsinformationen eine Nachbar-
35 Prozessoreinheit, deren Fliese einen geringeren Abstand als sie selbst von der Referenzposition, vorzugsweise somit von dem Portalprozessor, aufweist. Es wird diejenige

Nachbar-Prozessoreinheit ausgewählt und als "Vorgänger" definiert, deren Fliese als erste nach der gemäß **Fig.23** und **Fig.24** festgelegten Reihenfolge einen geringeren Abstand aufweist als die Fliese der Prozessoreinheit selbst. Die Verbindung zwischen der Prozessoreinheit und ihrem "Vorgänger" wird besonders ausgezeichnet und "Kanal" genannt. Die Menge der Fliesen-Prozessoren mit dem Portalprozessor als Knoten und den Kanälen als Kanten bilden dann einen Baum. Bei einem regulären Display ohne Fehler führt diese Vorgehensweise auf ein "Zickzack-Muster" bei der Festlegung der Kanäle.

4. Dem "Vorgänger" wird eine MessChannel-Nachricht geschickt und die Prozessoreinheit wird als organisiert gesetzt.

Bei Empfang einer MessChannel-Nachricht wird von dem die Mess-Channel-Nachricht empfangenden Prozessor der Absender als "Nachfolger" definiert. Entsprechend ist dann die Verbindung zwischen der Prozessoreinheit und dem "Nachfolger" ein Kanal.

Das Teil-Verfahren terminiert, nachdem alle Prozessoreinheiten auf diese Weise sich organisiert haben.

Fig.25 zeigt beispielhaft eine organisierte Prozessoreinheit einer Fliese 2500, wobei die Verbindungen 2501, welche Kanäle sind, optisch hervorgehoben sind. Über die Kanäle 2501 werden beim Einsatz des Displays die darzustellenden oder erfassten Informationen geroutet.

Fig.26 und **Fig.27** zeigen Beispiele für die Fliesen-Anordnung 1800 und 2100 nach erfolgter automatischer Organisation, wie oben beschrieben.

Die Zahl der benötigten Zeittakte zur Durchführung des Teil-Verfahrens zur rückwärts gerichteten Selbstorganisation entspricht der maximalen Distanz einer Fliesen vom

Portalprozessor. Bis zum "Ersterben" der letzten Nachrichtenkommunikation können auch in diesem Fall ein bis zwei Zeittakte mehr benötigt werden.

- 5 Die reguläre Rückwärtsorganisation führt bei fehlerfreien rechteckigen Fliesen zu gut balancierten Bäumen.

Da alle Fliesen innerhalb der Fliesen-Anordnung 1800, 2100 auf jeweils einem kürzesten Weg mit dem Portal verbunden
10 sind, bestimmt dieser Algorithmus ein Element der oben definierten „optimalen Menge“ O_1 . Im Falle von Horizontalrissen 2600, 2700, wie in den Fig.26 und Fig.27 dargestellt, führt die oben beschriebene Vorgehensweise jedoch dazu, dass die durch den Riss verschatteten Anteile
15 der Fliesen-Anordnung 1800, 2100 im Wesentlichen von einer einzigen Zuleitung vom Portal zum Display versorgt werden. Daher werden im Folgenden noch zusätzliche alternative Möglichkeiten der Organisation beschrieben.

- 20 Zum Aufstellen von Routing-Tabellen ist der Durchsatz eines Fliesen-Prozessors von erheblicher Bedeutung.

Der Durchsatz ist die Menge von darzustellender Information, die von diesem Prozessor jeweils verarbeitet oder
25 weitergereicht werden muss.

Die mathematische Definition des Durchsatzes ist in Definition 6 oben gegeben.

- 30 Diese Zahl ist identisch mit der Menge der Information, die über den Eingangs-Kanal empfangen werden.

Zum Durchführen der folgenden Teil-Verfahrensschritte muss in der Fliesen-Anordnung 1800, 2100 eine Baumstruktur
35 beispielsweise mittels Kanäle organisiert worden sein, wie oben beschrieben.

Das Teil-Verfahren wird von dem Portalprozessor mittels Versendens von Mess-Count-Notes-Nachrichten, welche keine Parameter aufweisen, über alle Verbindungen zu den jeweiligen Einleit-Prozessoreinheiten gestartet.

5

Bei Empfang einer eingehenden MessCountNodes-Nachricht 2801 über den Eingangs-Kanal werden von dem jeweils die MessCountNodes-Nachricht empfangenden Prozessoreinheit die folgenden Schritte durchgeführt:

10

1. Über alle Ausgangs-Kanäle der die MessCountNodes-Nachricht empfangenden Prozessoreinheit werden wiederum MessCountNodes-Nachrichten 2802 versendet, wie in **Fig.28** dargestellt.

15

2. Alle Nachbar-Prozessoreinheiten, die über Ausgangs-Kanäle miteinander verbunden sind, werden mit einem Durchsatz mit dem Durchsatzwert "0" markiert.

20

3. Falls keine Ausgangs-Kanäle existieren, wird der eigene Durchsatz auf den Durchgangswert "1" gesetzt und es wird eine MessNodesSize-Nachricht 2901 über den Eingangs-Kanal an die jeweilige Vorgänger-Prozessoreinheit gesendet.

25

Fig.29 zeigt für eine Prozessoreinheit 1500 zwei eingehende MessNodesSize-Nachrichten, eine erste eingehende MessNodesSize-Nachricht 2901, welche den Wert d_1 enthält und eine zweite eingehende MessNodesSize-Nachricht 2902 mit dem Parameter d_2 . Bei Empfang einer MessNodesSize-Nachricht mit Durchsatzparameter \hat{d} über einen Ausgangskanal werden von dem die MessNodesSize-Nachricht empfangenden Prozessoreinheit die folgenden Schritte durchgeführt:

30

1. Die Nachbar-Prozessoreinheit, von der die MessNodesSize-Nachricht 2901, 2902 empfangen wurde, wird mit dem Durchsatzparameter der MessNodesSize-Nachricht markiert.

35

2. Falls mindestens ein Ausgangs-Kanal mit einem Durchsatz mit dem Durchsatzwert „0“ markiert ist, wird die Verarbeitung beendet.

5

3. Falls alle Ausgangs-Kanäle mit einem Durchsatzwert > 0 markiert sind, so wird der eigene Durchsatz d als Summe aller Ausgangs-Durchsätze $+1$ berechnet.

10

4. Es wird eine zusätzliche MessNodesSize-Nachricht 2903 von der Prozessoreinheit erzeugt und mit dem Durchsatzwert d , welche sich ergibt, gemäß folgender Vorschrift: $d = d_1 + d_2 + 1$ gemäß dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel,, über den jeweiligen Eingangs-Kanal

15

gesendet.

Das Teil-Verfahren terminiert, nachdem der Portalprozessor über alle Verbindungen eine MessNodesSize-Nachricht erhalten hat.

20

Die Zahl der benötigten Zeittakte zur Durchführung des Teil-Verfahrens entspricht der doppelten maximalen Distanz einer Fliese vom Portalprozessor. Bis zum "Ersterben" der letzten Nachrichtenkommunikation können auch in diesem Fall noch ein

25

bis zwei Takte mehr benötigt werden.

Fig.30 und **Fig.31** zeigen Beispiele für die Fliesen-Anordnung 1800 bzw. 2100, nachdem auf die oben beschriebenen Weise die Durchsätze automatisch ermittelt wurden.

30

In den jeweiligen Fliesen-Prozessoren ist der jeweilige Durchsatzwert angegeben. Diese Beispiele zeigen, dass die Durchsätze derjenigen Einleit-Prozessoreinheiten sehr hoch sind, die das von dem jeweiligen Horizontalriss 2600, 2700

35

verschattete Gebiet der Fliesen-Anordnung 1800 bzw. 2100 versorgen müssen.

Daher wird im Weiteren ein alternatives Organisationsverfahren beschrieben, welches noch flexibler auf Fehler, das heißt Defekte und unreguläre Formen einer Fliesen-Anordnung 1800, 2100, reagieren kann.

5

Um einen möglichst gleichmäßigen Durchsatz zu erreichen, besteht ein heuristischer Lösungsansatz zur Auswahl eines Routing-Baums im sukzessiven Versenden von so genannten MessToken-Nachrichten, welche in der Fliesen-Anordnung 1800, 2100 "Plätze besetzen".

10

In Analogie zu einer allmählichen Einfärbung der Fliesen-Anordnung 1800, 2100 mittels Farbströmen wird jede Einleitstelle mit Token einer anderen "Farbe" beschickt. Auf diese Weise wird die Fliesen-Anordnung 1800, 2100 in Farbreionen unterteilt, die jeweils über eine Einleit-Prozessoreinheit von dem Portal-Knoten versorgt werden.

15

Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass jeweils eine "Farbe" bzw. eine individuelle Markierung für jede von über eine jeweilige Einleit-Prozessoreinheit versorgte Prozessoreinheit vorgesehen ist.

20

Im Weiteren wird der Begriff "Farbe" zur anschaulicheren Darstellung und entsprechend ein mit gleicher Markierung markierter Bereich als "Farbregion" verwendet.

25

Es kommen folgende heuristische Strategien der Verteilung zum Tragen:

30

- Ein Tokengewicht bestimmt, um wie viel der Abstand zum Portal-Knoten maximal vergrößert werden darf aufgrund der Einfärbung.
- Einmal gefärbte Fliesen, das heißt Prozessoreinheiten, bleiben gefärbt, anders ausgedrückt bleiben markiert.
- Die den Token versendende Prozessoreinheit wird zum „Vorgänger“ und die Verbindung zu ihm zum Kanal. Im Weiteren nimmt die gefärbte Fliese, das heißt die

35

markierte Prozessoreinheit, nur noch von dem jeweiligen Vorgänger Token an.

- Token werden bevorzugt über Kanäle versendet.

5 Nach der kompletten Einfärbung der Prozessor-Anordnung 1800, 2100 ist eine Reorganisation innerhalb der gefärbten Bereiche erforderlich, da sich aufgrund des Teil-Verfahrens nicht optimale „Mäander-Kanäle“ 3501 bilden, wie beispielsweise in **Fig.35** dargestellt.

10

Zunächst werden in den folgenden Unterabschnitten die Teil-Verfahren zur Verarbeitung der bei der Tokenvergabe verwendeten Nachrichten beschrieben.

15 Die Abstandsbestimmung innerhalb einer Farbregion ist weitestgehend identisch zur allgemeinen, oben beschriebenen Abstandsbestimmung zu einer Referenzposition.

Der Farbabstand bestimmt dabei die Länge des kürzesten Weges
20 einer Fliese zum Portalprozessor, wobei alle Fliesen des Weges derselben Farbregion angehören müssen.

Zur Initialisierung ist der Farbabstand jeder Fliese als unendlich definiert und seine Farbe als undefiniert. Gemäß
25 diesem Ausführungsbeispiel ist der Abstand jeder Fliese zu dem Portalprozessor als ein Wert definiert, der größer ist als ein maximaler Wert, der innerhalb der Fliesen-Anordnung als Abstand angenommen werden kann. Ebenso markiert die
30 seine Nachbar-Fliesen als undefiniert gefärbt mit Farbabstand unendlich.

Bei Empfang einer MessColDistance-Nachricht mit Farbe c und Farbabstandsparameter a werden von der jeweiligen die
35 MessColDistance-Nachricht empfangenden Prozessoreinheit die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Die die MessColDistance-Nachricht versendende
Prozessoreinheit wird mit der Farbe c und dem Farbabstand
a markiert.

5 2. Falls die Farbe c nicht mit der eigenen Farbe f
übereinstimmt, das heißt der Farbe f der die
MessColDistance-Nachricht empfangenden Prozessoreinheit,
so wird die Verarbeitung beendet.

10 3. Der eigene Farbabstand d wird als Minimum der Farbabstände
von gleichfarbig markierten Nachbarn plus den Wert 1
gesetzt.

15 4. Falls sich aufgrund von Schritt 3 eine Änderung des
eigenen Farbabstandes d ergeben hat, so werden über alle
Verbindungen MessColDistance-Nachrichten 3201, 3202, 3203,
3204, 3205, 3206 mit den Parametern (f, d), das heißt
anders ausgedrückt mit dem eigenen Farbabstand d und der
eigenen Farbe f versendet (vgl. **Fig.32**).

20

Zum Blockieren von Nachbar-Prozessoreinheiten gegenüber
empfangenen Token-Nachrichten werden erfindungsgemäß
MessBlockToken-Nachrichten verwendet, das heißt nach Empfang
einer solchen MessBlockToken-Nachricht dürfen zu diesen
25 blockierten Nachbar-Prozessoreinheiten keine Token mehr
versendet werden.

Gleichzeitig werden Farbe und Farbabstand wie bei der
MessColDistance-Nachricht mitgeteilt.

30

Zur Initialisierung sind alle Nachbar-Prozessoreinheiten
einer Prozessoreinheit als unblockiert gesetzt.

35 Bei Empfang einer eingehenden MessBlockToken-Nachricht 3301
mit der Farbe c und dem Farbabstandsparameter a als
Nachrichtenparameter werden von der jeweils die

MessBlockToken-Nachricht empfangenden Prozessoreinheit die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Die die MessBlockToken-Nachricht versendende
5 Prozessoreinheit wird als blockiert gesetzt und mit der
Farbe c und dem Farbabstand a markiert.
2. Falls die Farbe c nicht mit der eigenen Farbe f , das heißt
10 der Farbe des die Mess-Block-Token-Nachricht empfangenden
Prozessoreinheit übereinstimmt, wird die Verarbeitung mit
dem weiter beschriebenen Schritt 5 fortgesetzt.
3. Der eigene Farbabstand d wird als Minimum der Farbabstände
15 von gleichfarbig markierten Nachbar-Prozessoreinheiten
plus dem Wert 1 gesetzt.
4. Falls sich aufgrund von Schritt 3 eine Änderung des
eigenen Farbabstands d ergeben hat, so werden von der
20 Prozessoreinheit MessColDistance-Nachrichten 3201, 3202,
3203, 3204, 3205, 3206 über alle Verbindungen mit
Parametern (f, d) versendet, wie in Fig.32 dargestellt.
5. Falls es einen Eingangs-Kanal gibt und alle Nachbar-
25 Prozessoreinheiten als blockiert gesetzt sind, so wird
eine MessBlockToken-Nachricht 3302 mit den Parametern $(f,$
 $d)$ erzeugt und über den Eingangs-Kanal versendet, wie in
Fig.33 dargestellt.

30 Zum Einfärben, das heißt zum Markieren von Prozessoreinheiten
und somit zum Definieren von Farbregionen, das heißt zu
markierten Bereichen innerhalb der Prozessor-Anordnung 1800,
2100 werden erfindungsgemäß so genannte MessToken-Nachrichten
verwendet.

35 Bei der Verarbeitung von Mess-Token-Nachrichten ist zu
unterscheiden, ob die Prozessoreinheit noch ungefärbt oder
schon von einem Token gefärbt wurden.

Bei Empfang einer eingehenden MessToken-Nachricht 3401 mit dem Gewicht g und der Farbe f als Nachrichtenparameter werden von einer ungefärbten Prozessoreinheit, welche die Mess-

5 Token-Nachricht 3401 empfängt, die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Der potentielle eigene Farbabstand pd wird als Minimum der Farbabstände von mit der Farbe f gefärbten Nachbar-

10 Prozessoreinheiten + 1 gesetzt.

2. Falls das Gewicht $g \leq pd - a$ ist, wobei a der Abstand (nicht der Farbabstand!) der Prozessoreinheit von dem Portalprozessor ist, so wird der die MessToken-Nachricht

15 3401 versendenden Prozessoreinheit eine MessBlock-Token-Nachricht geschickt und die Verarbeitung wird beendet (die Ausbreitung der Tokens wird daher durch einen relaxierten Abstand beschränkt).

20 3. Die die MessBlockToken-Nachricht 3401 sendende Prozessoreinheit wird als blockiert gesetzt. Die eigene Farbe wird als f gesetzt und der eigene Farbabstand als pd .

25 4. Der die Mess-Token-Nachricht 3401 sendenden Prozessoreinheit wird eine MessChannel-Nachricht geschickt und die Prozessoreinheit wird als organisiert gesetzt. Somit ist der Eingangs-Kanal festgelegt.

30 5. Über alle Verbindungen mit Ausnahme des Eingangs-Kanals der Prozessoreinheit 1500 werden MessBlockToken-Nachrichten 3402, 3403, 3404, 3405, 3406 versendet, wie in Fig.34 dargestellt, um eine Tokenvergabe von dort zu verhindern.

35

6. Falls alle Nachbar-Prozessoreinheiten als blockiert gesetzt sind, so wird eine MessBlockToken-Nachricht 3402,

3403, 3404, 3405, 3406 über den Eingangs-Kanal gesendet, wie in Fig.33 dargestellt.

Bei Empfang einer Mess-Token-Nachricht mit dem Gewicht g und der Farbe f über den Eingangs-Kanal wird hingegen von einer schon gefärbten Prozessoreinheit anders vorgegangen.

Man betrachtet bei einer geraden Spaltennummer eine Reihenfolge $R = (SE, SW, E, W, NE, NW)$, was einer Reihenfolge R entspricht von (Südost, Südwest, Ost, West, Nordost, Nordwest) und bei einer ungeraden Spaltennummer eine Reihenfolge $R = (SW, SE, W, E, NW, NE)$, was entspricht einer Reihenfolge (Südwest, Südost, West, Ost, Nordwest, Nordost) und führt die folgenden Verfahrensschritte durch:

1. Falls die empfangene Mess-Token-Nachricht nicht über den Eingangs-Kanal kam oder die Farbe f nicht mit der eigenen Farbe übereinstimmt, wird die Verarbeitung beendet.
2. Falls es nach der Reihenfolge R einen unblockierten Ausgangs-Kanal gibt, so wird über diesen Ausgangs-Kanal eine MessToken-Nachricht mit den Parametern (g, f) geschickt, das heißt, das Token wird weitergereicht, und die Verarbeitung wird beendet.
3. Falls es nach der Reihenfolge R eine unblockierte Verbindung gibt, so wird über diese Verbindung eine MessToken-Nachricht (g, f) versendet und die Verarbeitung wird beendet.
4. Über den Eingangs-Kanal wird eine MessBlockToken-Nachricht geschickt, da sich das Token nicht weiterreichen lässt.

Da bei der Wahl der Farbregionen die Kanäle aufgrund des oben beschriebenen Teil-Verfahrens nicht optimal gesetzt werden können, wie in Fig.35 dargestellt, werden diese Kanäle mit MessDeleteChannels-Nachrichten gelöscht und später neu

gesetzt. Zur Terminierung des Teil-Verfahrens wird die Nachricht mit einem Parameter "stamp" versehen, dessen Wert nicht identisch ist mit dem entsprechend gespeicherten Parameter in der Prozessoreinheit. In diesem Zusammenhang ist
5 anzumerken, dass der Portalprozessor bei jeder Reorganisation einen anderen Parameter "stamp" verwendet.

Bei Empfang einer eingehenden MessDeleteChannels-Nachricht 3601 mit dem Parameter "stamp" werden von der die jeweilige
10 MessDeleteChannels-Nachricht empfangenden Prozessoreinheit die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Falls der eigene Stempelparameter identisch zu dem empfangenen Parameterwert "stamp" ist, wird die
15 Verarbeitung beendet.
2. Der eigene Stempelparameter wird auf den Wert in der MessDeleteChannels-Nachricht "stamp" gesetzt.
- 20 3. Alle Kanäle werden gelöscht.
4. Über alle Verbindungen mit Ausnahme der Verbindung zu der die MessDeleteChannels-Nachricht sendenden Prozessoreinheit werden MessDeleteChannels-Nachrichten
25 3602, 3603, 3604, 3605, 3606 mit dem Parameter "stamp" gesendet, wie in **Fig.36** dargestellt.

Nach Löschen der alten Kanäle werden neue Kanäle innerhalb einer Farbregion mittels Verwendens von MessColOrganize-
30 Nachrichten gesetzt.

Die Verarbeitung von eingehenden MessColOrganize-Nachrichten 3701 und das Versenden von MessColOrganize-Nachrichten 3702, 3703, 3704, 3705, 3706 ist weitestgehend identisch zur
35 Verarbeitung von MessOrganize-Nachrichten, wie oben beschrieben.

Ein Unterschied besteht jedoch darin, dass die betrachteten Nachbar-Prozessoreinheiten identisch wie die verarbeitende Prozessoreinheit eingefärbt sein müssen und dass nicht der Abstand, sondern der Farbabstand als Kriterium verwendet
5 wird.

Zur Durchführung des oben beschriebenen Teil-Verfahrens sollten im Fliesen-Array alle beschriebenen Schritte bis zur Abstandsbestimmung wie oben erläutert durchgeführt worden
10 sein.

Wie oben in dem ersten Ausführungsbeispiel werden die Verbindungen speziell als "Kanäle" ausgezeichnet.

15 In einem ersten Schritt wird von dem Portalprozessor über alle Verbindungen je eine MessColDistance-Nachricht 4001 (vgl. **Fig.40**) mit den Parametern $(f, -0)$ mit unterschiedlichem Farbparameter f versendet. Somit markieren alle Nachbar-Prozessoreinheiten das Portalprozessor dies mit einer
20 - unterschiedlichen Farbe.

Auf diese Weise ist gewährleistet, dass ausgehend von jeder Einleit-Prozessoreinheit jeweils eine individuelle und eindeutige Markierung erfolgt.

25 In einem zweiten Schritt werden von dem Portalprozessor über alle Verbindungen sukzessive MessToken-Nachrichten mit den Parametern (g, f) mit identischen Gewicht $g \in \mathbb{N}_0$ und unterschiedlichem Farbparameter f versendet, um alle
30 Prozessoreinheiten der Fliesen-Anordnung 1800, 2100 einzufärben.

Das Teil-Verfahren terminiert, wenn über alle Verbindungen des Fliesen-Prozessors MessBlockToken-Nachrichten
35 eingetroffen sind, das heißt wenn die Fliesen-Anordnung 1800, 2100 komplett eingefärbt wurde.

Es ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass die gesamte Fliesen-Anordnung 1800, 2100 mit diesem Verfahren immer komplett eingefärbt werden kann.

- 5 **Fig.38** zeigt die Fliesen-Anordnung 2100 für den Fall, dass sie mit dem Gewicht $g = 4$ eingefärbt wurde und bei der der Durchsatz nach der Organisation dargestellt wurde. Wie man im Vergleich mit Fig.30, die mittels regulärer Rückwärtsorganisation gebildet wurde, sieht, ist der Baum
10 erheblich besser balanciert.

Allerdings bilden sich aufgrund der Konstruktion dieses Teil-Verfahrens innerhalb der gefärbten Bereiche Mäander-Wege 3801, so dass die Prozessoreinheiten nicht durch die kürzest
15 mögliche Distanz mit dem Portalprozessor verbunden sind.

- Daher wird in einem dritten Schritt vom Portalprozessor über alle Verbindungen eine MessDeleteChannels-Nachricht, wie oben erläutert, geschickt, um die gebildeten Kanäle zu löschen.
-20 Direkt nach dieser Nachricht wird über alle Verbindungen eine MessColOrganize-Nachricht geschickt, die innerhalb der gefärbten Bereiche neue Kanäle bildet, welche dann kürzeste Verbindungen darstellen.

- 25 Das Teil-Verfahren terminiert, nachdem sich alle Prozessoreinheiten auf diese Weise organisiert haben. Die Zahl der benötigten Zeittakte zur Durchführung der Prozesse entspricht dem maximalen Farbabstand eines Fliesen-Prozessors vom Portalprozessor. Bis zum "Ersterben" der letzten
30 Nachrichtenkommunikation können auch in diesem Fall noch ein bis zwei Takte mehr benötigt werden.

Der erzeugte Routing-Baum hängt von dem Gewicht g , welcher als Parameter in der jeweiligen Mess-Token-Nachricht
35 enthalten ist, ab.

Fig.39 zeigt die Prozessor-Anordnung 1800 für nach erfolgter Reorganisation mit Gewicht $g = 4$ und die entsprechenden Mäander-Wege 3901.

- 5 Das Gewicht g gibt an, um wie viel der Farbabstand einer
Prozessoreinheit größer sein darf als der Abstands selbst. Je
größer das Gewicht g ist, desto besser balanciert wird
üblicherweise der entstehende Baum sein, aber desto länger
sind üblicherweise auch die Pfade in diesem Baum. Zur
10 Erläuterung ist auf **Fig.41** hinzuweisen, in der die Fliesen-
Anordnung 1800 nach erfolgter Bildung der Mäander-Wege mit
dem Gewicht $g = 0$ und auf die **Fig.42**, in der die Fliesen-
Anordnung 1800 nach erfolgter Bildung der Mäander-Wege mit
dem Gewicht $g = \infty$ gezeigt sind.

- 15 Die beste Wahl des Gewichts hängt üblicherweise von den
Transporteigenschaften der jeweiligen Verbindungen ab, das
heißt davon, wie viele Nachrichten pro Zeittakt über eine
Verbindung versendet werden können. Je kleiner diese Zahl
20 ist, desto größer wird üblicherweise das beste Gewicht sein
müssen.

Zuvor wurden zwei Verfahren zur Auswahl eines Routing-Baums
beschrieben.

- 25 Wenn ein Routing-Baum ausgewählt wurde, das heißt wenn die
entsprechenden Kanäle ausgewählt wurden, so kann ein
optimales Routing für diesen Baum auf sehr einfache Weise
ermittelt werden. Die Grundlagen hierzu wurden im Rahmen der
30 Beschreibung der graphentheoretischen Grundlagen erläutert.

- 35 In einem ersten Schritt werden alle Fliesen-Prozessoren, das
heißt die Prozessoreinheiten innerhalb der Fliesen-Anordnung
1800, 2100, durchnummeriert.

Die Nummern werden anschließend beim Routing als Zieladressen
verwendet. In einem zweiten Schritt werden die gesammelten

lokalen Informationen von den jeweiligen Prozessoreinheiten dem Portalprozessor übermittelt. In dem Portalprozessor wird anschließend die Gesamt-Routingtabelle erstellt.

- 5 Gemäß diesem Ausführungsbeispiel werden MessNumbering-Nachrichten zur Durchnummerierung aller Prozessoreinheiten in der Fliesen-Anordnung 1800, 2100 verwendet. Voraussetzung ist, dass der Durchsatz der jeweiligen Prozessoreinheiten bereits ermittelt wurde, beispielsweise gemäß dem oben
10 beschriebenen Teil-Verfahren.

Das Teil-Verfahren der Nummerierung wird von dem Portalprozessor mittels Versendens von MessNumbering-Nachrichten 4301 über die Ausgangskanäle des
15 Portalprozessors, welche den Einleit-Prozessoreinheiten übermittelt werden, gestartet.

Wenn für die entsprechenden Nachbarprozessoreinheiten Durchsätze d_1, d_2, d_3, \dots ermittelt wurden, so wird der
20 jeweilige MessNumbering-Nachricht 4302 der Parameter 1, $1 + d_1, 1 + d_1 + d_2, \dots$ als Nachrichtenparameter mit übertragen.

Nach Empfang einer MessNumbering-Nachricht 4301 mit dem
25 Parameter n über den jeweiligen Eingangskanal der Prozessoreinheit (vgl. **Fig.43**) werden von der die MessNumbering-Nachricht 4301 empfangenden Prozessoreinheit die folgenden Schritte durchgeführt:

- 30 1. Die eigene Nummer der Prozessoreinheit wird auf den Wert n , die dem Wert der empfangenen MessNumbering-Nachricht 4301 entspricht, gesetzt.
- 35 2. Über alle Ausgangskanäle der Prozessoreinheit wird je eine von der Prozessoreinheit erzeugte zusätzliche MessNumbering-Nachricht 4302 erzeugt und mit den Parametern $n + 1, n + d_1 + 1, n + d_1 + d_2 + 1, \dots$

versendet, wobei d_1 , d_2 , ... die Durchsätze der entsprechenden Nachbar-Prozessoreinheiten sind.

Das Teil-Verfahren terminiert, wenn der letzte Prozessor durch die letzte Prozessoreinheit durchnummeriert worden ist. Die Zahl der benötigten Zeittakte zur Durchführung des Teil-Verfahrens entspricht der maximalen Distanz einer Prozessoreinheit über Kanäle vom Portalprozessor. Bis zum „Ersterben“ der letzten Nachrichtenkommunikation können auch bei diesem Teil-Verfahren noch ein bis zwei Zeittakte mehr benötigt werden.

Die **Fig.44** und **Fig.45** zeigen die Fliesen-Anordnungen 1800 (Fig.44) und 2100 (Fig.45) nach erfolgter Nummerierung der einzelnen Prozessoreinheiten innerhalb der jeweiligen Fliesen-Anordnung.

Die Nummer einer Prozessoreinheit kann einfacherweise als Adresse zum Routing von Daten oder auch Bildern verwendet werden, da jedem Ausgangskanal eine Prozessoreinheit ein eindeutiges Nummernintervall zugeordnet ist. Jede Prozessoreinheit kann somit eine einfache Routing-Tabelle anlegen.

Im Beispiel von Fig.45 lautet beispielsweise die Tabelle für die mit der Nummer 123 nummerierte Prozessoreinheit wie in der Routing-Tabelle 4600 in **Fig.46** dargestellt ist.

Die lokal erzeugten Informationen werden dem Portalprozessor mittels MessCollectInfo-Nachrichten mitgeteilt, die die folgenden Nachrichtenparameter enthalten:

- Die Position der jeweiligen Prozessoreinheit innerhalb der jeweiligen Fliesen-Anordnung, das heißt die Zeile und die Spalte, in der sich die Prozessoreinheit befindet,
- die Fliesennummer,

- der Abstandswert, mit dem der Abstand der Prozessoreinheit von dem Portalprozessor angegeben wird,
- der Farbabstand, und
- der Durchsatz der Prozessoreinheit.

5

Die MessCollectInfo-Nachrichten werden von den Prozessoreinheiten jeweils gesendet, sobald die jeweilige Prozessoreinheit durchnummeriert worden ist.

- 10 Mit diesen Informationen kann der Fliesen-Prozessor die darzustellenden Informationen mit Hilfe der Fliesennummern routen.

- 15 Beim Versenden eines Gesamtbildes, das heißt beim Zuführen der Daten an alle Prozessoreinheiten, werden dabei die Nachrichten zuerst versendet, die den längsten Weg haben, wie oben im Rahmen der Beschreibung der graphentheoretischen Grundlagen erläutert.

- 20 Aus dieser Routing-Tabelle ergibt sich dann auch unmittelbar die Routing-Dauer, mit der die Routing-Bäume bewertet werden.

- Mit Hilfe der Fliesennummern und den vorab beschriebenen Routing-Tabellen kann eine darzustellende Information beim
25 weiteren Betrieb des Displays auf sehr einfache Weise versendet werden. Dazu verschickt der Portalprozessor Nachrichten vom Typ MessRGB die mit folgenden Parametern versehen sind:

- Die Nummer der Fliese, welches adressiert wird, und
- 30 • die Farbinformation für diese Fliese, beispielsweise Rot-Grün-Blau-Werte oder alternative lediglich ein Ansteuerungssignal zum Anschalten einer in der Fliese integrierten Leuchtdiode.

- 35 **Fig.47** zeigt ein Beispiel für eine Informationsdarstellung auf der Fliesen-Anordnung. Selbstverständlich ist die Darstellung unabhängig vom gewählten Routing-Baum.

Zuvor wurde die Auswahl und das Bewerten von Routing-Matrizen beschrieben, das heißt im Wesentlichen von Routing-Wegen. Das Bewertungskriterium ist dabei die Routing-Dauer gewesen. Da
5 eine wirkliche kombinatorische Optimierung aufgrund der Komplexität üblicherweise nicht in kurzer Zeit durchführbar ist, wurde oben eine Alternative vorgestellt.

Der frei wählbare Parameter ist das Gewicht g . Zur (Teil)-
10 Optimierung der Routing-Dauer kann dieser Prozess vom Portalprozessor auch mehrfach mit unterschiedlichem Gewicht g durchgeführt werden.

Üblicherweise wird man die Gewichte $g = 0, 1, 2, 3, \dots$
15 betrachten und untersuchen.

Diese haben sich bei numerischen Betrachtungen als vorteilhaft erwiesen. Dasjenige Routing, welches die kürzeste Routing-Dauer besitzt, kann anschließend endgültig verwendet
20 werden.

Um den Prozess mehrfach durchführen zu können, verwendet der Portalprozessor die Nachricht MessRetry, die alle Kanäle, Farbreionen und Farbabstände löscht, wie in **Fig.48**
25 dargestellt ist. Zur Terminierung des Prozesses wird die MessRetry-Nachricht mit dem Parameter „stamp“ versehen, dessen Wert nicht identisch ist mit dem entsprechenden gespeicherten Parameter der Prozessoreinheit. Anders ausgedrückt verwendet der Portalprozessor bei jedem erneuten
30 Zurücksetzen einen anderen Parameter „stamp“.

Bei Empfang einer eingehenden MessRetry-Nachricht 4801 mit dem Parameter „stamp“ werden von dem jeweiligen die
MessRetry-Nachricht 4801 empfangenen Prozessoreinheit die
35 folgenden Schritte durchgeführt:

1. Falls der eigene Stempelparameter identisch zu dem in der MessRetry-Nachricht enthaltenem Stempelparameter „stamp“ ist, wird die Verarbeitung beendet.
- 5 2. Der eigene Stempelparameter wird auf den Wert des in der MessRetry-Nachricht enthaltenen Stempelparameterwerts „stamp“ gesetzt.
- 10 3. Alle Nummerierungen, Kanäle, Farbregionen, Farbabstände und Token-Blockierungen werden gelöscht.
- 15 4. Über alle Verbindungen mit Ausnahme der Verbindung zu der die MessRetry-Nachricht sendenden Prozessoreinheit werden zusätzliche MessRetry-Nachrichten 4802 übertragen, wie in Fig.48 dargestellt ist.

Während des Betriebs der Fliesen-Anordnung können durch Abnutzung Fehler auftreten, die zum Zeitpunkt der oben beschriebenen Selbstorganisation noch nicht vorhanden waren.

20- Zur Selbsterkennung dieser Fehler können weitere Nachrichten- verwendet werden.

Nach den oben dargestellten Modellannahmen kann aus Sicht eines lokalen Prozessors ein Fehler nur darin bestehen, dass

25 ein bislang verbundener Nachbar-Prozessor nicht mehr erreichbar ist. Er kann hingegen nicht beurteilen, ob nur die Verbindung zu diesem Nachbar-Prozessor oder ob der Nachbarprozessor selber ausgefallen ist. Bei einem solchen Vorkommnis kann aber eine Fehlernachricht, im Weiteren als

30 MessError-Nachricht bezeichnet, an den Portalprozessor senden, die ihn selbst identifiziert, vorzugsweise unter Verwendung der eigenen Fliesennummer als Nachrichtenparameter und die zusätzlich die Nummer der neu ausgefallenen Verbindung enthält.

Eine mögliche Reaktion des Portalprozessors auf eine solche Nachricht ist ein globaler Reset der Fliesen-Anordnung mit Hilfe einer MessReset-Nachricht.

- 5 Als Reaktion auf diese Nachricht leitet jeder Fliesen-Prozessor diese Nachricht an alle Nachbar-Prozessoren weiter und löscht alle Daten, die bei der Organisation ermittelt wurden. Zur Terminierung dieses Prozesses sollte jeder Fliesen-Prozessor eine gewisse Totzeit einhalten, vor deren
10 Ende er nicht auf weitere Nachrichten reagiert. Die Totzeit verhindert, dass die Verbreitung der MessReset-Nachricht unendlich oft wiederholt wird.

Zusammenfassend ist in **Fig.49** eine Übersicht über die
15 verwendeten Nachrichten, deren jeweiligen Parameter aufgeführt.

Es ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass der Nachrichtenkatalog selbstverständlich funktional um beliebige
-20 zusätzliche Nachrichten erweiterbar ist.

Die technische Ausstattung einer erfindungsgemäßen Fliese 101 ist bei den Sensorelementen und Anzeigeelementen in zahlreichen Einzelvarianten ausführbar.

- 25 Elementarer Bestandteil einer Fliese ist jedoch die jeweilige Prozessoreinheit, die mit Stromleitungen und Datenleitungen an die Prozessoreinheiten von unmittelbar benachbarten Fliesen gekoppelt wird. Bei Verlegung eines Fliesenbodens
30 oder einer Fliesenwand entsteht dadurch ein reguläres Netzwerk, wie es oben erläutert wurde.

Am Rand des Netzwerks, d.h. am Rand der Fliesen-Anordnung 100 ist zudem, wie oben dargelegt, der Portalprozessor
35 vorgesehen. Der Portalprozessor ist die zentrale Steuerkomponente der Haustechnik bzw. Messtechnik. Über den Portalprozessor können Informationen in das System, d.h. in

die Fliesen-Anordnung 100 geschickt werden, wie in Fig.4 dargestellt. Es kann aber auch Sensorinformation aus dem System zu dem Portalprozessor 401 herausgeführt werden.

5 Die Installation der Fliesen-Anordnung 100 erfolgt gemäß folgenden Einzelschritten:

- zunächst werden die Kacheln bzw. Fliesen wie üblich verlegt, mit der Abweichung gegenüber dem üblichen Vorgehen, dass zunächst die Fliesen-Verbindungsstücke
10 eingelassen werden und anschließend die Fliesen über die Fliesen-Verbindungsstücke miteinander gekoppelt werden;
- ferner wird der Portalprozessor an eine oder mehrere Fliesen, welche sich vorzugsweise am Rand des verlegten Bereichs, d.h. am Rand der Fliesen-Anordnung 100
15 befinden, angeschlossen;
- schließlich erfolgt auf oben beschriebene Weise die automatische Selbstorganisation des Netzwerkes der Fliesen-Anordnung 100 ohne manuelle Eingriffe des Nutzers.

20 Auf diese Weise können Installationen ohne technisches Spezialwissen und ohne Planung von Leitungsverläufen oder Programmierung von ebenen Positionen durchgeführt werden.

25 Somit sind die Kosten erheblich unter denen einer Speziallösung und daher eignet sich die erfindungsgemäße Anordnung für den Einsatz im Massenmarkt.

Ferner entsteht ein sehr fehlertolerantes System, das selbst
30 bei mutwilligen Beschädigungen (bei Alarmanlagen) oder in einem Katastrophenfall (beispielsweise zur Einsatzfähigkeit als Leitsystem oder Detektor von Bewusstlosen auch bei
progressiver Zerstörung, beispielsweise durch Feuer) sehr gut einsetzbar sind.

35

In **Fig.53** ist eine schematische Darstellung einer Textilgewebestruktur 5300 gemäß einem Ausführungsbeispiel der

Erfindung gezeigt. **Fig.54** zeigt einen vergrößerten Ausschnitt A der Prozessor-Anordnung aus Fig.53.

Die Textilgewebestruktur 5300 weist als Grundstruktur ein
5 grobmaschiges Gewebe auf, welches aus nichtleitfähigen Fäden
5301 ausgebildet ist. Ferner weist die Textilgewebestruktur
5300 elektrisch leitfähige Fäden 5302, 5307 auf. Die
elektrisch leitfähigen Fäden 5302 dienen als Erdung für die
in die Textilgewebestruktur 5300 zu integrierenden, im
10 Folgenden näher erläuterten Prozessorelemente 5303.

Die elektrisch leitfähigen Fäden 5307 werden für die
Stromversorgung der in die Textilgewebestruktur 5300 zu
integrierenden Prozessorelemente 5303 verwendet. Ferner weist
15 die Textilgewebestruktur 5300 leitfähige Fäden 5304 auf,
welche zur Datenübertragung von und zu den zu integrierenden
Prozessorelementen 5303 verwendet werden.

Die elektrisch leitfähigen Fäden 5302, 5307 und die
20 leitfähigen Datenübertragungs-Fäden 5304 sind vorzugsweise im
Gewebe in einem quadratischen Raster angeordnet, so dass ein
quadratisches Raster von Kreuzungspunkt-Bereichen 5305
(vergleiche Fig.54) in der Textilgewebestruktur 5300 gebildet
wird. In den Bereichen, in die die Prozessorelemente 5303
25 eingesetzt sind, sind die Fäden, sowohl die elektrisch
leitfähigen Fäden 5302, 5307, die leitfähigen
Datenübertragungs-Fäden 5304 als auch die nichtleitfähigen
Fäden 5301 entfernt, vorzugsweise ausgeschnitten, wodurch
eine Lücke in der Textilgewebestruktur 5300 gebildet wird, in
30 welche die Prozessorelemente 5303 eingesetzt werden:

Nach erfolgtem Einsetzen der Prozessorelemente 5303 in die
Textilgewebestruktur 5300 werden diese an ihren äußeren
Anschlüssen, insbesondere an ihren Kommunikations-
35 Schnittstellen mit den jeweiligen Fäden gekoppelt,
insbesondere mit den elektrisch leitfähigen Fäden 5302 und
5307 zur Stromversorgung bzw. Erdung des jeweiligen

Prozessorelements und mit den leitfähigen Datenübertragungs-Fäden 5304 zur Übertragung von Daten zwischen einander benachbart angeordneten Prozessorelementen 5303.

- 5 Mittels der elektrisch leitfähigen Fäden 5302 und 5307 wird somit das jeweilige Prozessorelement 5303 mit elektrischer Energie versorgt und mittels der Datenübertragungs-Fäden 5304 werden gemäß dem jeweiligen Kommunikationsprotokoll, das gemäß der Ausgestaltung der jeweiligen
- 10 Kommunikationsschnittstelle des Prozessorelements verwendet wird, elektronische Nachrichten zwischen den Prozessorelementen 5303 ausgetauscht.

- In den Kreuzungspunkt-Bereichen 5305 ist in Fig.54
- 15 angedeutet, dass die jeweils einander entsprechenden leitfähigen Fäden 5302, 5304, 5307 miteinander gekoppelt sind, so dass gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Ringstruktur 5306 der Datenleitungen gebildet wird. Somit ist es ermöglicht, dass jedes Prozessorelement 5303 mit
- 20 jeweils zwei Kommunikationsschnittstellen zur Übertragung von Daten zu allen vier zu dem jeweiligen Prozessorelement 5303 benachbart angeordneten Nachbar-Prozessorelementen 5303 Daten übertragen kann.

- 25 Die Kopplung zwischen dem Prozessorelement 5303 und den elektrisch leitfähigen Fäden 5302 und 5307 und leitfähigen Datenübertragungs-Fäden 5304 kann mittels Kontaktierung durch eine flexible Leiterplatte oder mittels sogenannten Drahtbondens realisiert sein. Die Prozessorelemente 5303 in
- 30 der Textilgewebestruktur 5300 sind verkapselt, so dass der Kopplungsbereich zwischen dem Prozessorelement 5303 und den elektrisch leitfähigen Fäden 5302 und 5307 und den leitfähigen Datenübertragungs-Fäden 5304 isoliert ist und außerdem ein mechanisch robuster und wasserfester Schutz
- 35 gewährleistet ist.

Eine solche "intelligente" Textilgewebestruktur 5300 kann als Basis oder als Zwischenlage einer Wandverkleidung oder Bodenverkleidung oder einer anderen Art von technischen Textilien bilden. Sie kann beispielsweise auch als Schicht
5 einer Textilbetonkonstruktion verwendet werden. Die Prozessorelemente 5303 der Textilgewebestruktur 5300 können mit einer Vielzahl von verschiedenartigen Sensoren und/oder Aktoren gekoppelt sein, bzw. diese enthalten. So können in
10 dem Prozessorelement 5303 enthalten sein oder an dieses angeschlossen sein Leuchtdioden, Anzeigelemente oder Displays, um Informationen, welche zu den Prozessorelementen 5303 übertragen werden, anzuzeigen.

Die elektrisch leitfähigen Fäden 5302 und 5307 sowie die
15 leitfähigen Datenübertragungs-Fäden 5304 sind in die Textilgewebestruktur 5300 eingewoben. An den vier Seiten der Textilgewebestruktur 5300 sind die leitfähigen Fäden 5302, 5307 und die leitfähigen Datenübertragungs-Fäden 5304 mit Versorgungsleitungen und Datenleitungen (nicht dargestellt)
20 kontaktiert. Auf der-Textilgewebestruktur 5300 ist gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ein Teppichboden fixiert.

Die erfindungsgemäße Textilgewebestruktur 5300 mit
25 integrierter Mikroelektronik, Sensoren und/oder Aktoren, beispielsweise Anzeigelämpchen, ist für sich allein genommen funktionsfähig und kann unter verschiedenartigen Flächenverkleidungen fixiert werden. Beispiele solcher Flächenverkleidungen sind nichtleitende Textilien,
30 Bodenbeläge aus Teppichboden, Parkett, Kunststoff, Gardinen, Tapeten, Isoliermatten, Zeltdächer, Verputzschichten, Estrich und Textilbeton. Vorzugsweise erfolgt das Fixieren mittels Klebens, Laminierens oder Vulkanisierens. Zur Vermeidung von "Elektrosmog" in der Umgebung von Menschen kann über die
35 erfindungsgemäße Textilgewebestruktur 5300 zu deren Abschirmung auch ein gleichförmig mit elektrisch leitfähigen Drähten durchzogenes Textil aufgebracht werden. Dabei ist

jedoch zu beachten, dass gegebenenfalls bestimmte Bereiche, beispielsweise Bereiche über Kapazitätssensoren, nicht von der Abschirmung überdeckt werden dürfen.

- 5 Die Textilgewebestruktur 5300 mit integrierter
Mikroelektronik ist, vorzugsweise an einer Stelle am Rand der
Textilgewebestruktur 5300, mit einer zentralen Steuereinheit,
beispielsweise einem einfachen Personal Computer, im
Folgenden bezeichnet als Schnittstellen-Prozessor 5308,
10 mittels einer elektrischen Verbindungsleitung 5309 gekoppelt.

- Mit dem Schnittstellen-Prozessor 5308 ist ein Auswertesystem
5310, eingerichtet als Personal Computer, und/oder ein
Steuerungssystem 5310 gekoppelten, mit dem elektronische
15 Nachrichten von dem Schnittstellen-Prozessor 5308 eingelesen
werden oder in die Prozessor-Anordnung 5300 eingeleitet
werden, anders ausgedrückt, zu den Prozessorelementen 5303
der Prozessor-Anordnung 5300 gesendet werden, insbesondere
zur Steuerung eines mit dem jeweiligen Prozessor des
20 Prozessorelements-5303 gekoppelten Aktors.

- Gemäß diesen Ausführungsbeispielen der Erfindung, wie sie im
Folgenden noch näher erläutert werden, wird zu Beginn des
Einsatzes der Textilgewebestruktur 5300 ein
25 Selbstorganisationsverfahren durchgeführt, welches oben oder
in [1] beschrieben ist.

- Wird die Textilgewebestruktur 5300, welche somit ein Netzwerk
aus Prozessorelementen 5303 aufweist, in Betrieb genommen, so
30 beginnt die oben und in [1] beschriebene Lernphase, nach
deren Abschluss jedes Prozessorelement 5303 seine exakte
physikalische Position innerhalb der Textilgewebestruktur
5300 bezogen auf eine Referenzposition, vorzugsweise bezogen
auf die Position des Schnittstellen-Prozessors 5308, kennt.
35 Ferner werden automatisch Wege für Datenströme durch das
Raster hindurch konfiguriert, wodurch Sensorinformationen
oder Displayinformationen um ermittelte defekte Bereiche

innerhalb der Textilgewebestruktur 5300 herum geleitet werden können.

5 Durch die Selbstorganisation des Netzwerkes werden defekte Bereiche erkannt und umgangen. Dadurch ist das Netzwerk aus Prozessorelementen 5303 auch selbst dann noch funktionstüchtig, wenn die Textilgewebestruktur 5300 in eine Form geschnitten ist, welche durch den jeweiligen Verwendungszweck vorgegeben ist.

10

Darüber hinaus bewirkt die erfindungsgemäße Selbstorganisation, dass kein manueller Installationsaufwand für das Netzwerk der Prozessorelemente 5303 innerhalb der Textilgewebestruktur 5300 erforderlich ist.

15

Anschaulich sind somit die Prozessorelemente 5303 gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Hilfe lokaler Ringstrukturen miteinander gekoppelt. Jedes Prozessorelement 5303 ist mit genau zwei Ringen 5306, gebildet von
20 Ringleitungen, verbunden, woraus sich ergibt, dass lediglich zwei Kommunikationsschnittstellen pro Prozessorelement 5303 zur Kommunikation mit vier benachbart angeordneten Nachbar-Prozessorelementen ausreicht.

25 An den Rändern der Textilgewebestruktur 5300 ist die Ringstruktur zu einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung entartet, also anschaulich zu einem Ring aus zwei Teilnehmern, was jedoch keinen Einfluss auf den Aufbau der Prozessorelemente 5303 hat. Zum Aufbau der lokalen Ringtopologien können, wie
30 in **Fig.54** dargestellt, die bereits vorher vorhandenen leitfähigen Fäden 5302, 5304, 5307 der Matrixanordnung der Textilgewebestruktur 5300 gemäß **Fig.53** verwendet werden.

Fig.56 zeigt ein beispielhaftes Prozessorelement 5303, wie es
35 in allen Ausführungsbeispielen der Erfindung eingesetzt wird.

Das Prozessorelement 5303 weist einen Sensor 5601 auf sowie einen Prozessor 5602, beispielsweise einen Mikrocontroller XC161 oder XC164 der Firma Infineon Technologies AG.

- 5 Der Prozessor 5602 weist eine erste
Kommunikationsschnittstelle 5603 sowie eine zweite
Kommunikationsschnittstelle 5604 auf. Der Sensor 5601 ist mit
einem Dateneingangsanschluss 5605 mittels einer
Verbindungsleitung 5606 gekoppelt. Die erste
10 Kommunikationsschnittstelle 5603 ist über eine zweite
Verbindungsleitung 5607 mit einem ersten Eingangs-/Ausgangs-
Schnittstellenanschluss 5608 gekoppelt und die zweite
Kommunikationsschnittstelle 5604 ist mittels einer dritten
Verbindungsleitung 5608 mit einem zweiten Eingangs-/Ausgangs-
15 Schnittstellenanschluss 5610 gekoppelt.

- Der Sensor 5601 ist bevorzugt als Drucksensor eingerichtet,
so dass es mittels der Textilgewebestruktur 5300 ermöglicht
ist, das Betreten des Teppichs, in welchem die
20 Textilgewebestruktur 5300 eingebracht ist, lokal aufgelöst
festzustellen. Ein solcher Teppich kann bevorzugt in einem
Warenhaus eingesetzt werden, in dem die Attraktivität
einzelner Warenstandorte aufgrund der Verweildauer der Käufer
festgestellt werden soll oder besonders lange Schlangen in
25 einem Kassenbereich automatisch detektiert werden sollen, um
weitere Kassen bei Bedarf zu öffnen. Ein anderes
Anwendungsgebiet für eine solche Textilgewebestruktur sind
Alarmanlagen.

- 30 Die beiden Eingangs-/Ausgangs-Schnittstellenanschlüsse 5608
und 5610 sind an einander gegenüberliegenden Seiten des
Prozessorelements 5303 angeordnet.

- Weitere Elemente des Prozessorelements 5303, wie
35 beispielsweise Speicherelemente, Takterzeugungseinrichtungen,
Spannungsversorgung, etc. sind aus Gründen der

Übersichtlichkeit in Fig.56 nicht dargestellt, jedoch in dem Prozessorelement 5303 vorgesehen.

Der Prozessor 5602 ist vorzugsweise derart eingerichtet, dass
5 von dem Sensor 5601 erfasste und an den Prozessor 5602 übertragene Sensordaten vorverarbeitet werden und anschließend über die leitfähigen Fäden zu dem Schnittstellen-Prozessor 5308 übertragen werden.

10 Allgemein ist eine beliebige Anzahl von Schnittstellen-Prozessoren 5308 in der Prozessor-Anordnung, bevorzugt in der Textilgewebestruktur 5300 vorgesehen.

Es ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass das
15 Prozessorelement 5303 alternativ oder zusätzlich zu dem Sensor 5601 einen Aktor, beispielsweise ein bildgebendes Element, vorzugsweise eine Leuchtdiode, enthalten kann.

Die Verbindungsstruktur ist in Fig.53 gegenüber der
20 Darstellung in Fig.54 vereinfacht dargestellt, da dort lediglich die Datenleitungen 5302 gezeigt sind.

Es ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass einige Verbindungsleitungen, d.h. einige Fäden für die
25 Funktionalität der Textilgewebestruktur 5300 optional sind, so dass sich eine Reihe von konkreten Umsetzungen durch Weglassen redundanter Verbindungsleitungen in der Textilgewebestruktur 5300 ergibt.

30 **Fig.55** zeigt eine Prozessor-Anordnung, bevorzugt ebenfalls ausgebildet als Textilgewebestruktur 5500, gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Im Unterschied zu der Textilgewebestruktur 5300 gemäß dem
35 obigen Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Prozessorelemente 5303 der Textilgewebestruktur 5500 gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung mittels einer

zweiwertigen Bus-Kopplungstopologie unter Verwendung eines Standard-Bus-Kommunikationsprotokolls, wie beispielsweise unter Verwendung eines SPI-Busses oder eines I²C-Busses oder eines CAN-Busses, miteinander gekoppelt.

5

- In diesem Fall sind die Kommunikationsschnittstellen 5603, 5604 zur Kommunikation gemäß dem jeweiligen Bus-Kommunikationsprotokoll eingerichtet. Dies bedeutet, dass die Kommunikationsschnittstellen 5603, 5604 beispielsweise als
10 SPI-Schnittstelle (bzw. als SSP-Schnittstelle), als I²C-Schnittstelle oder CAN-Schnittstelle ausgestaltet sein kann.

Allgemein ist anzumerken, dass die Topologie der lokalen Verbindungen zwischen den Prozessorelementen durch die Art
15 des Anschlusses der Prozessorelemente 5303 an die gitterförmigen Datenleitungen der Textilgewebestruktur, allgemein der Prozessor-Anordnung, bestimmt wird.

Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass die
20 Textilgewebestruktur 5500 gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung derart eingerichtet ist, dass die Prozessorelemente unter Verwendung lokaler Busse und der Benutzung standardisierter Kommunikationsschnittstellen, welche insbesondere im Mikrocontroller-Bereich bereits weite
25 Verbreitung gefunden haben, gekoppelt sind.

Die Verbindungsleitungen der Busse gemäß diesem Ausführungsbeispiel sind in Fig.55 mit dem Bezugszeichen 5501
30 versehen.

30

An jeder Bus-Verbindungsleitung 5501 sind vier bzw. zwei (an dem Rand der Prozessor-Anordnung 5500 angeordneten
Prozessorelementen 5303) Prozessorelemente 5303
angeschlossen, von denen jedes zwei
35 Kommunikationsschnittstellen 5603, 5604 aufweist, wie oben beschrieben.

Fig.57 zeigt eine Prozessor-Anordnung 5700 gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Auch gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird ein
5 Bus 5701 zur Kopplung der Prozessorelemente 5303 vorgesehen.

Wie Fig.57 zu entnehmen ist, genügen unter Verwendung der optionalen Verbindungsleitungen allein zwei Arten von lokalen Verbindungstopologien zur Verbindung der einander örtlich
10 unmittelbar benachbart angeordneten Prozessorelemente 5303, nämlich Verbindungen

a) von dem jeweiligen Prozessorelement 5303 aus betrachtet zwischen der linken und oberen elektrischen Leitung 5701 mit dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Schnittstellenanschluss 5608 des Prozessorelements 5303 und zwischen der rechten und unteren Leitung 5702 mit dem zweiten Eingangs-/Ausgangs-Schnittstellenanschluss 5610 des
15 Prozessorelements 5303 (im Folgenden auch bezeichnet als
20 - erster Typ 5705) und-

b) von dem jeweiligen Prozessorelement 5303 aus betrachtet zwischen der rechten und oberen Leitung 5703 mit dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Schnittstellenanschluss 5708 des
25 Prozessorelements 5303 und zwischen der linken und unteren Leitung 5704 mit dem zweiten Eingangs-/Ausgangs-Schnittstellenanschluss 5710 des Prozessorelements 5303 (im Folgenden bezeichnet auch als zweiter Typ 5706).

30 Die Verbindungstopologien vom ersten Typ 5705 und vom zweiten Typ 5706 sind sowohl vertikal als auch horizontal abwechselnd zueinander angeordnet, d.h. schachbrettmusterartig. Die geringe Typenvielfalt von Verbindungen und die Gleichartigkeit sowie der einfache Aufbau der
35 Prozessorelemente 5303 führt zu einer besonders kostengünstigen Realisierung der Prozessor-Anordnung 5700 gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig.58 zeigt eine Prozessor-Anordnung 5800 gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

- 5 Die Prozessorelemente 5303 sind gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung hexagonalförmig ausgestaltet, weisen jedoch die gleichen Elemente auf, wie oben beschrieben.

10 Zur Kopplung der hexagonalförmigen Prozessorelemente 5303 sind in der Prozessor-Anordnung 5800 ebenso eine Ringtopologie, d.h. einer Verbindung von einander benachbarten Prozessorelementen 5303 mittels einer Ringstruktur 5801, wie sie in Fig.58 dargestellt ist, vorgesehen.

15

In diesem Dokument sind folgende Veröffentlichungen zitiert:

- 5 [1] T.F. Sturm, S. Jung, G. Stromberg, A. Stöhr, A Novel
Fault Tolerant Architecture for Self-Organizing Display
and Sensor Arrays, International Symposium Digest of
Technical Papers, Volume XXXIII, Nr. II, Society for
Information Display, Boston, Massachusetts, 22. bis 23.
Mai 2002, Seiten 1316 bis 1319, 2002;
- 10 [2] US 4,387,127;
- [3] WO 99/41814 A1;
- 15 [4] C. Fenger, Phillips Semiconductors, Integrated Circuits,
Application note, AN168: The I²C Serial Bus: Theory and
Practical Consideration Using Philips Low-Voltage
PCF84Cxx and PCD33xx μ C Families, December 1988.

Bezugszeichenliste

100 Fliesen-Anordnung

101 Fliese

301 Anzeigeelement

302 Anzeigeelement

401 Portalprozessor

402 Fliesen-Prozessor

403 Anschluss

404 Elektrische Leitung

501 Bidirektionale Kommunikationsschnittstellen

502 Elektrische Leitung

600 Erste Ausrichtung

601 Zweite Ausrichtung

603 Dritte Ausrichtung

604 Vierte Ausrichtung

605 Fünfte Ausrichtung

606 Sechste Ausrichtung

700 Gerichteter Graph

701 Ungerichteter Graph

800 Gerichteter Baum

900 Ungerichteter Graph

901 Gerichteter Pixel-Anordnungs-Graph

902 Portal-Knoten

903 Knoten

904 Zuleitung

905 Kante

1000 Zulässiger Baum

1001 Portal-Knoten

1100 Baum

1201 Nachricht

1202 Portal-Knoten

1203 Einleit-Pixelprozessoren

1204 Erste innere Knoten

1401 Erster Pixelprozessor

1402 Zweiter Pixelprozessor

1403 Bidirektionale Kommunikationsschnittstelle erster
Pixelprozessor

1404 Bidirektionale Kommunikationsschnittstelle zweiter
Pixelprozessor

1405 Zuleitung

1406 Erste Nachricht

1407 Zweite Nachricht

1500 Prozessoreinheit

1501 MessKoherenz-Nachricht

1601 MessKoherenz-Nachricht

1602 MessKoherenz-Nachricht

1603 MessKoherenz-Nachricht

1604 MessKoherenz-Nachricht

1605 MessKoherenz-Nachricht

1606 MessKoherenz-Nachricht

1701 MessPosition-Nachricht

1702 MessPosition-Nachricht

1703 MessPosition-Nachricht

1704 MessPosition-Nachricht

1705 MessPosition-Nachricht

1706 MessPosition-Nachricht

1800 Prozessor-Anordnung

1801 Pixelprozessor

1901 MessDistance-Nachricht
1902 MessDistance-Nachricht
1903 MessDistance-Nachricht
1904 MessDistance-Nachricht
1905 MessDistance-Nachricht
1906 MessDistance-Nachricht

2001 Prozessoreinheit
2002 Unterste Zeile Prozessor-Anordnung
2003 Südwest-Seite Prozessoreinheit

2100 Prozessor-Anordnung
2101 Unterste Zeile Prozessor-Anordnung
2102 Prozessoreinheiten, welche nicht mit dem Portalprozessor
gekoppelt sind
2103 Prozessoreinheiten, welche mit dem Portalprozessor
gekoppelt sind

2201 MessOrganize-Nachricht
2202 MessOrganize-Nachricht
2203 MessOrganize-Nachricht
2204 MessOrganize-Nachricht
2205 MessOrganize-Nachricht
2206 MessOrganize-Nachricht

2600 Horizontalriss

2700 Horizontalriss

2801 Eingehende MessCountNodes-Nachricht
2802 Gesendete MessCountNodes-Nachricht

2901 Erste eingehende MessNodesSize-Nachricht
2902 Zweite eingehende MessNodesSize-Nachricht
2903 Gesendete MessNodesSize-Nachricht

3201 MessColDistance-Nachricht
3202 MessColDistance-Nachricht
3203 MessColDistance-Nachricht
3204 MessColDistance-Nachricht
3205 MessColDistance-Nachricht
3206 MessColDistance-Nachricht

3301 Empfangene MessBlockToken-Nachricht
3302 Gesendete MessBlockToken-Nachricht

3401 Eingehende MessToken-Nachricht
3402 Gesendete MessBlockToken-Nachricht
3403 Gesendete MessBlockToken-Nachricht
3404 Gesendete MessBlockToken-Nachricht
3405 Gesendete MessBlockToken-Nachricht
3406 Gesendete MessBlockToken-Nachricht

3601 Eingehende MessDeleteChannels-Nachricht
3602 Gesendete MessDeleteChannels-Nachricht
3603 Gesendete MessDeleteChannels-Nachricht
3604 Gesendete MessDeleteChannels-Nachricht
3605 Gesendete MessDeleteChannels-Nachricht
3606 Gesendete MessDeleteChannels-Nachricht

3701 Eingehende MessColOrganize-Nachricht
3702 Gesendete MessColOrganize-Nachricht
3703 Gesendete MessColOrganize-Nachricht
3704 Gesendete MessColOrganize-Nachricht
3705 Gesendete MessColOrganize-Nachricht
3706 Gesendete MessColOrganize-Nachricht

3801 Mäander-Weg

3901 Mäander-Weg

4301 Eingehende MessNumbering-Nachricht
4302 Gesendete MessNumbering-Nachricht

4600 Routing-Tabelle

4801 Eingehende MessRetry-Nachricht

4802 Gesendete MessRetry-Nachricht

4900 Pixel-Anordnung

4901 Prozessoreinheit

4902 Pixel

4903 Pixelblock

5001 Sensor

5002 Prozessor

5003 Steckverbinder

5004 Steckverbinder

5005 Steckverbinder

5006 Steckverbinder

5007 Masseanschluss

5008 Masseanschluss

5009 Masseanschluss

5010 Masseanschluss

5011 Datenübertragungs-Anschluss

5012 Datenübertragungs-Anschluss

5013 Datenübertragungs-Anschluss

5014 Datenübertragungs-Anschluss

5015 Stromversorgungsanschluss

5016 Stromversorgungsanschluss

5017 Stromversorgungsanschluss

5018 Stromversorgungsanschluss

5019 Elektrische Leitung

5020 Elektrische Leitung

5021 Elektrische Leitung

5022 Elektrische Leitung

5023 Erste Steuerleitung

5024 Zweite Steuerleitung

5201 Hohlraum

5201 Seitenwand
5203 Ausnehmung
5210 Fliesen-Verbindungsstück
5211 Masseanschluss Fliesen-Verbindungsstück
5212 Datenanschluss Fliesen-Verbindungsstück
5213 Stromversorgungsanschluss Fliesen-Verbindungsstück
5214 Einrast-Vorsprung
5215 Einrast-Vorsprung

5300 Textilgewebestruktur
5302 Elektrisch leitfähiger Faden
5303 Prozessorelement
5304 Datenübertragungs-Faden
5305 Kreuzungspunkt-Bereich
5306 Ring
5307 Elektrisch leitfähiger Faden
5308 Schnittstellen-Prozessor
5309 Verbindungsleitung
5310 Auswertesystem

5400 Prozessoranordnung
5401 Prozessorelement
5402 Verbindungsleitung
5403 Schnittstellen-Prozessor
5404 Auswertesystem

5500 Textilgewebestruktur
5501 Busleitung

5601 Sensor
5602 Prozessor
5603 Erste Kommunikationsschnittstelle
5604 Zweite Kommunikationsschnittstelle
5605 Dateneingangsanschluss
5606 Erste Verbindungsleitung
5607 Zweite Verbindungsleitung
5608 Erster Eingangs-/Ausgangs-Schnittstellenanschluss

5609 Dritte Verbindungsleitung

5610 Zweiter Eingangs-/Ausgangs-Schnittstellenanschluss

5700 Prozessoranordnung

5701 Erste Leitung

5702 Zweite Leitung

5703 Dritte Leitung

5704 Vierte Leitung

5705 Verbindungstopologie erster Art

5706 Verbindungstopologie zweiter Art

5700 Prozessorelement

5701 Ring-Verbindung

Patentansprüche

1. Flächen-Verkleidungsmodul

- mit mindestens einem Stromversorgungsanschluss,
- 5 • mit mindestens einer Datenübertragungs-Schnittstelle,
- mit mindestens einer Prozessoreinheit, welche mit dem Stromversorgungsanschluss und mit der Datenübertragungs-Schnittstelle gekoppelt ist,
- 10 • bei dem die Prozessoreinheit derart eingerichtet ist, dass zum Ermitteln eines jeweiligen Abstands einer Prozessoreinheit von einer Referenzposition elektronische Nachrichten ausgetauscht werden zwischen der Prozessoreinheit und einer Prozessoreinheit eines benachbarten und mit dem Flächen-Verkleidungsmodul
- 15 gekoppelten Flächen-Verkleidungsmodul,
- wobei jede Nachricht eine Abstandsinformation enthält, welche den Abstand des Flächen-Verkleidungsmoduls einer die Nachricht sendenden Prozessoreinheit oder den Abstand des Flächen-Verkleidungsmoduls einer die
- 20 Nachricht empfangenden Prozessoreinheit von der Referenzposition angibt, und
- wobei die Prozessoreinheit derart eingerichtet ist, dass aus der Abstandsinformation einer empfangenen Nachricht der eigene Abstand zu der Referenzposition ermittelbar
- 25 ist oder speicherbar ist.

2. Flächen-Verkleidungsmodul gemäß Anspruch 1,

mit einem Steckverbinder, in den der Stromversorgungsanschluss und die Datenübertragungs-Schnittstelle integriert sind.

30

3. Flächen-Verkleidungsmodul gemäß Anspruch 1 oder 2,

mit mindestens einer Stromleitung und mindestens einer Datenleitung, wobei mittels der Stromleitung die

35 Prozessoreinheit mit dem Stromversorgungsanschluss und mittels der Datenleitung mit der Datenübertragungs-Schnittstelle gekoppelt ist.

4. Flächen-Verkleidungsmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,

eingerichtet als eines der folgenden Module:

- 5 • Wand-Verkleidungsmodul, oder
- Fußboden-Verkleidungsmodul, oder
- Decken-Verkleidungsmodul.

10 5. Flächen-Verkleidungsmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,

eingerichtet als

- Fliese, oder
- Kachel, oder
- Parkettelement, oder
- 15 • Laminelement.

6. Flächen-Verkleidungsmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5,

20 mit mindestens einem Sensor, der mit der Prozessoreinheit gekoppelt ist.

7. Flächen-Verkleidungsmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6,

25 mit mindestens einem der folgenden Elemente, welches mit der Prozessoreinheit gekoppelt ist:

- Bildgebendes Element, oder
- Schallwellen-Erzeugungselement, oder
- Vibrations-Erzeugungselement

30 8. Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung mit einer Mehrzahl von Flächen-Verkleidungsmodulen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, welche mittels des Stromversorgungsanschlusses und der Datenübertragungs-Schnittstelle miteinander gekoppelt sind.

35 9. Verfahren zum Bestimmen eines Abstands von Flächen-Verkleidungsmodulen der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung gemäß Anspruch 1 zu mindestens einer Referenzposition unter

Austausch von elektronischen Nachrichten zwischen
Prozessoreinheiten einander benachbarter Flächen-
Verkleidungsmodulen,

- 5 • bei dem eine erste Nachricht von einer Prozessoreinheit
eines ersten Flächen-Verkleidungsmoduls erzeugt wird,
wobei die erste Nachricht eine erste Abstandsinformation
enthält, welche den Abstand des ersten Flächen-
Verkleidungsmoduls oder den Abstand eines die erste
10 Nachricht empfangenden zweiten Flächen-
Verkleidungsmoduls von der Referenzposition enthält,
- bei dem die erste Nachricht von der Prozessoreinheit des
ersten Flächen-Verkleidungsmoduls zu der
Prozessoreinheit des zweiten Flächen-Verkleidungsmoduls
gesendet wird,
- 15 • bei dem abhängig von der Abstandsinformation der Abstand
der Prozessoreinheit des zweiten Flächen-
Verkleidungsmoduls von der Referenzposition ermittelt
oder gespeichert wird, und
- bei dem von der Prozessoreinheit des zweiten Flächen-
20 Verkleidungsmoduls eine zweite Nachricht erzeugt wird,
welche eine zweite Abstandsinformation enthält, welche
den Abstand des zweiten Flächen-Verkleidungsmoduls oder
den Abstand eines die zweite Nachricht empfangenden
ritten Flächen-Verkleidungsmoduls von der
25 Referenzposition enthält,
- bei dem die zweite Nachricht von der Prozessoreinheit
des zweiten Flächen-Verkleidungsmoduls zu der
Prozessoreinheit des dritten Flächen-Verkleidungsmoduls
gesendet wird,
- 30 • bei dem abhängig von der zweiten Abstandsinformation der
Abstand des dritten Flächen-Verkleidungsmoduls von der
Referenzposition ermittelt oder gespeichert wird,
- bei dem die Verfahrensschritte für alle Flächen-
Verkleidungsmodule in der Flächen-Verkleidungsmodul-
35 Anordnung durchgeführt werden.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9,

bei dem vor Bestimmen des Abstandes der Flächen-Verkleidungsmodule von der Referenzposition die örtlichen Positionen der Flächen-Verkleidungsmodule innerhalb der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung ermittelt werden, indem
5 ausgehend von einem Flächen-Verkleidungsmodul an einer Einleitstelle der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung jeweils Positionsermittlungs-Nachrichten, welche zumindest einen Zeilenparameter z und einen Spaltenparameter s aufweisen, welche die Zeilennummer bzw. Spaltennummer der die Nachricht
10 sendenden Prozessoreinheit oder die Zeilennummer bzw. Spaltennummer der die Nachricht empfangenden Prozessoreinheit innerhalb der Flächen-Verkleidungsmodul-Anordnung enthält, an Prozessoreinheiten benachbarter Flächen-Verkleidungsmodule übermittelt werden und von der jeweiligen Prozessoreinheit
15 die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- falls der Zeilenparameter in der empfangenen Nachricht größer ist als die bisher gespeicherte Zeilennummer der Prozessoreinheit, so wird der eigenen Zeilennummer der Prozessoreinheit der Zeilenparameterwert z der
20 empfangenen Nachricht zugeordnet,
- falls der Spaltenparameter in der empfangenen Nachricht größer ist als die eigene Spaltennummer der Prozessoreinheit, so wird der gespeicherten Spaltennummer der Zeilenparameterwert der empfangenen
25 Nachricht zugeordnet,
- falls die eigene Zeilennummer und/oder die eigene Spaltennummer aufgrund der oben dargestellten Verfahrensschritte verändert worden sind, so werden neue
30 Positionsmess-Nachrichten mit neuen Zeilenparametern und neuen Spaltenparametern erzeugt, welche jeweils die Zeilennummer und Spaltennummer der die Nachricht sendenden Prozessoreinheit oder die Zeilennummer und Spaltennummer der die Nachricht empfangenden
35 Prozessoreinheit enthält, und diese werden an eine Prozessoreinheit eines jeweiligen Nachbar-Flächen-Verkleidungsmoduls übertragen.

11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10,

- bei dem in einem iterativen Verfahren der eigene Abstandswert der Prozessoreinheit des Flächen-Verkleidungsmoduls dann verändert wird, wenn der bisher gespeicherte Abstandswert größer ist als der um einen vorgegebenen Wert erhöhte empfangene Abstandswert in der jeweils empfangenen Nachricht, und
- bei dem für den Fall, dass eine Prozessoreinheit eines Flächen-Verkleidungsmoduls den eigenen Abstandswert verändert, diese eine Abstandsmess-Nachricht erzeugt und an Prozessoreinheiten benachbarter Flächen-Verkleidungsmodule sendet, wobei die Abstandsmess-Nachricht jeweils den eigenen Abstand als Abstandsinformation enthält oder den Abstandswert, den die empfangende Prozessoreinheit von dem Portalprozessor aufweist,

12. Verfahren gemäß Anspruch 11,

bei dem der Abstandswert einen um einen vorgegebenen Wert erhöhten Wert gegenüber dem eigenen Abstandswert aufweist.

13. Prozessor-Anordnung,

- mit mindestens einem Schnittstellen-Prozessor, der eine Nachrichtenschnittstelle der Prozessor-Anordnung bereitstellt,
- mit einer Vielzahl von Prozessoren, wobei zumindest teilweise nur die einander örtlich direkt benachbart angeordneten Prozessoren miteinander zum Austausch elektronischer Nachrichten gekoppelt sind,
- bei der jedem Prozessor der Vielzahl von Prozessoren ein Sensor und/oder ein Aktor zugeordnet und mit dem jeweiligen Prozessor gekoppelt ist, wobei Sensordaten und/oder Aktordaten in den elektronischen Nachrichten von bzw. zu dem Schnittstellen-Prozessor übertragen werden, und
- wobei die einander örtlich direkt benachbart angeordneten Prozessoren miteinander zumindest teilweise gemäß einer

regulären Kopplungs-Topologie des Grades größer als eins gekoppelt sind.

14. Prozessor-Anordnung gemäß Anspruch 13,

5 bei der die einander örtlich direkt benachbart angeordneten Prozessoren miteinander gemäß einer regulären Bus-Kopplungs-Topologie gekoppelt sind.

15. Prozessor-Anordnung gemäß Anspruch 13,

10 bei der die einander örtlich direkt benachbart angeordneten Prozessoren miteinander gemäß einer regulären Ring-Kopplungs-Topologie gekoppelt sind..

16. Prozessor-Anordnung gemäß Anspruch 14 oder 15,

15 bei der die reguläre Bus-Kopplungs-Topologie gemäß einem der folgenden Kommunikationsschnittstellen-Standards eingerichtet ist:

- Serial Parallel Interface-Schnittstelle,
- Controller Area Network-Schnittstelle, oder
- 20 • I²C-Schnittstelle.

17. Prozessor-Anordnung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 16, bei der die Prozessoren matrixförmig in Zeilen und Spalten angeordnet sind.

25

18. Textilgewebestruktur mit einer Prozessor-Anordnung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 17,

- bei der die Prozessoren und/oder Sensoren und/oder Aktoren in der Textilgewebestruktur angeordnet sind,
- 30 • mit elektrisch leitfähigen Fäden, welche die Prozessoren miteinander koppeln,
- mit leitfähigen Datenübertragungs-Fäden, welche die Prozessoren miteinander koppeln, und
- mit elektrisch nicht-leitfähigen Fäden.

35

19. Textilgewebestruktur gemäß Anspruch 18,

bei der die elektrisch leitfähigen Fäden derart eingerichtet sind, dass sie zur Energieversorgung der Mehrzahl von Prozessoren und/oder Sensoren und/oder Aktoren verwendet werden können.

5

20. Textilgewebestruktur gemäß Anspruch 18 oder 19, bei der die leitfähigen Datenübertragungs-Fäden elektrisch leitfähig sind.

10

21. Textilgewebestruktur gemäß Anspruch 18 oder 19, bei der die leitfähigen Datenübertragungs-Fäden optisch leitfähig sind.

15

22. Textilgewebestruktur gemäß einem der Ansprüche 18 bis 21, bei der der Aktor als mindestens eines der folgenden Elemente eingerichtet ist:

- Bildgebendes Element, oder
- Schallwellen-Erzeugungselement, oder
- Vibrations-Erzeugungselement

20

23. Flächen-Verkleidungsstruktur, bei der auf einer Textilgewebestruktur gemäß einem der Ansprüche 6 bis 10 eine Flächenverkleidung fixiert ist.

25

24. Flächen-Verkleidungsstruktur gemäß Anspruch 23, bei der die Flächenverkleidung auf der Textilgewebestruktur aufgeklebt und/oder, auflaminiert und/oder vulkanisiert ist.

30

25. Flächen-Verkleidungsstruktur gemäß Anspruch 23 oder 24, bei der die Flächenverkleidungsstruktur ausgebildet ist als:

- Wand-Verkleidungsstruktur, oder
- Fußboden-Verkleidungsstruktur, oder
- Decken-Verkleidungsstruktur.

35

26. Flächen-Verkleidungsstruktur gemäß einem der Ansprüche 23 bis 25,

bei der zumindest über Teilbereichen der Textilgewebestruktur eine gleichförmig mit elektrisch leitfähigen Drähten durchzogene Textillage aufgebracht ist.

FIG 1

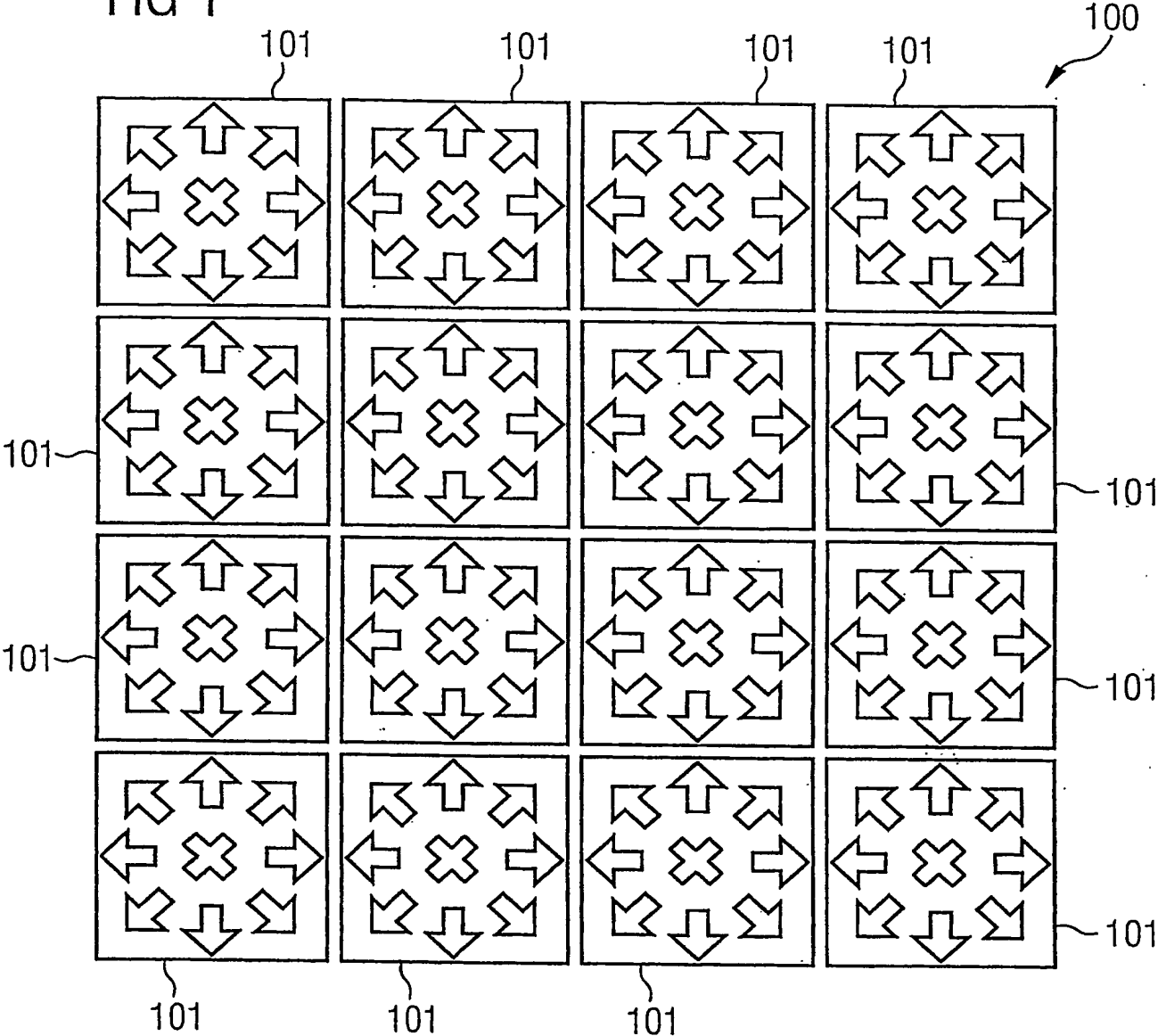


FIG 2A

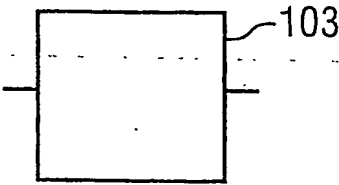


FIG 2B

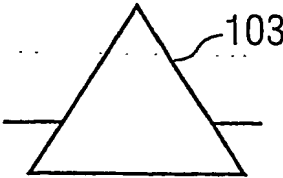


FIG 2C

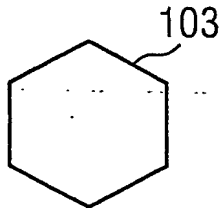


FIG 3

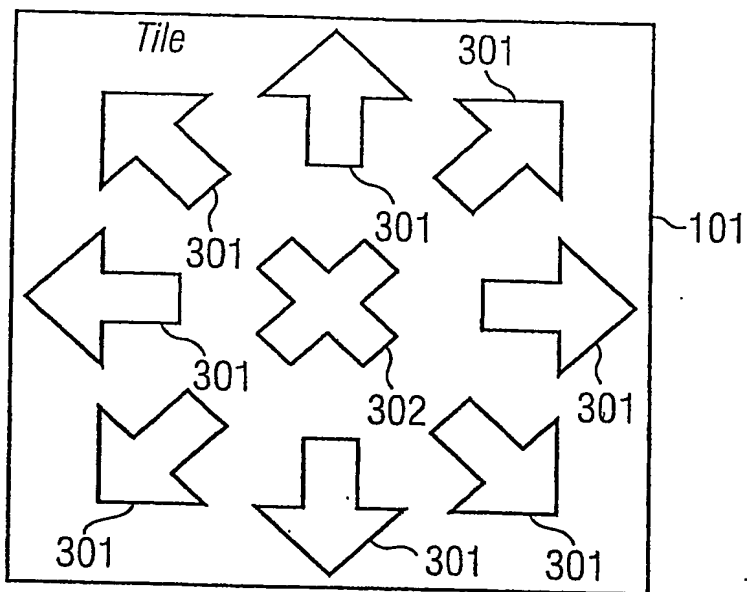


FIG 4

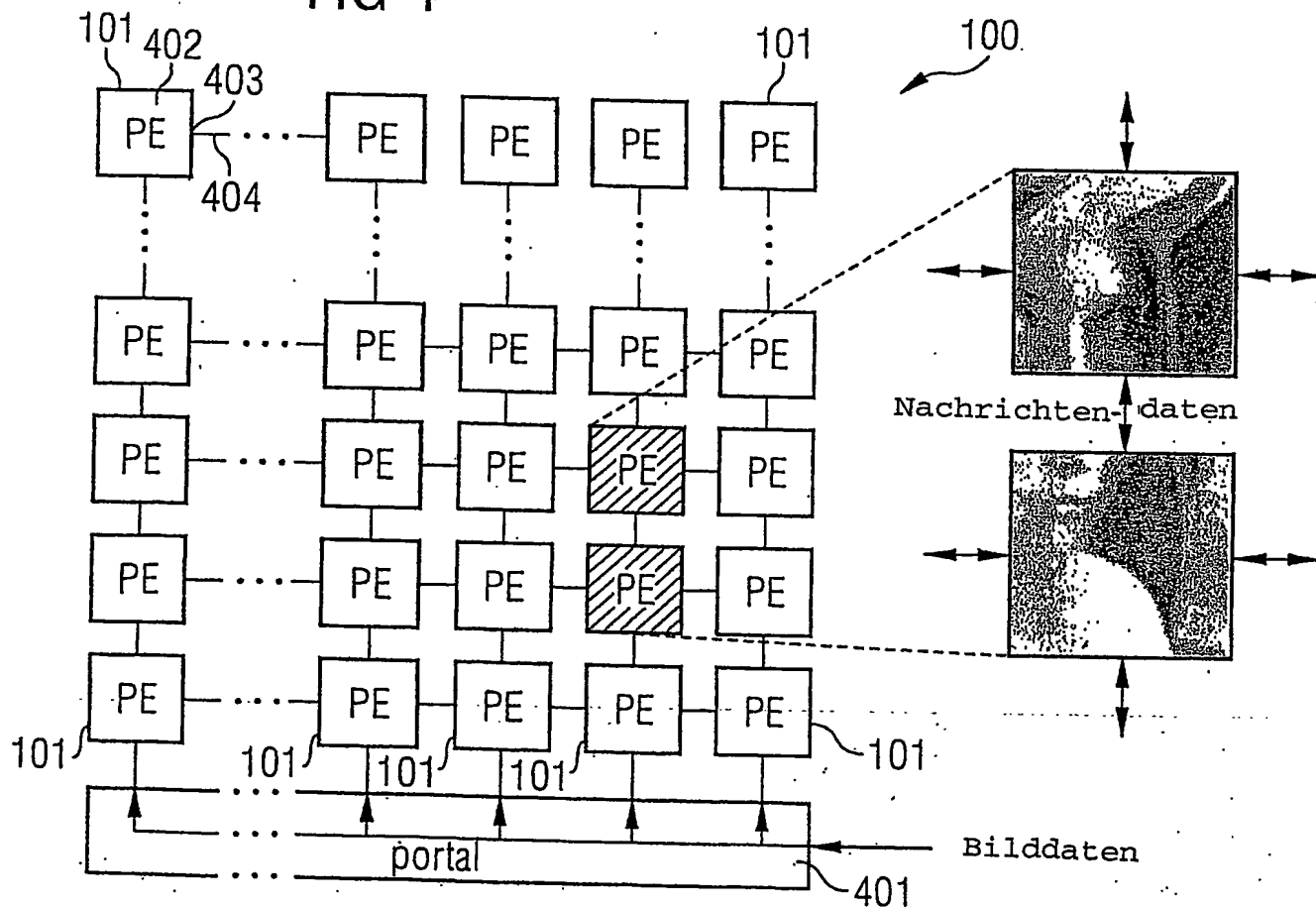


FIG 5

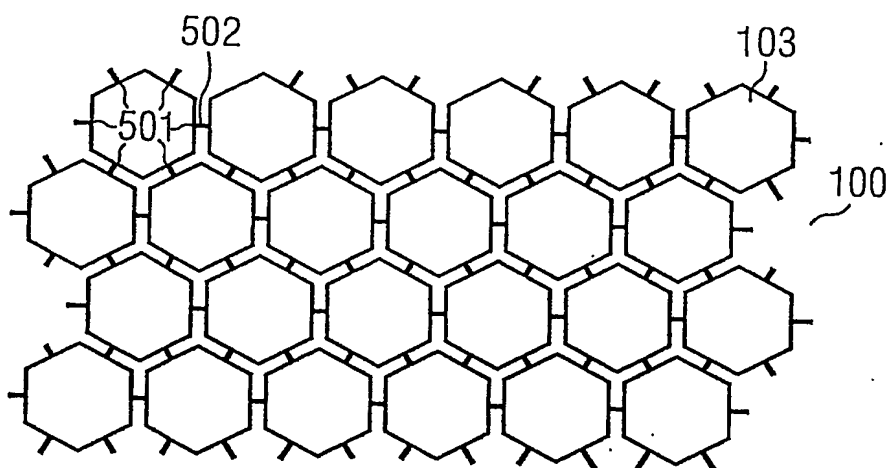
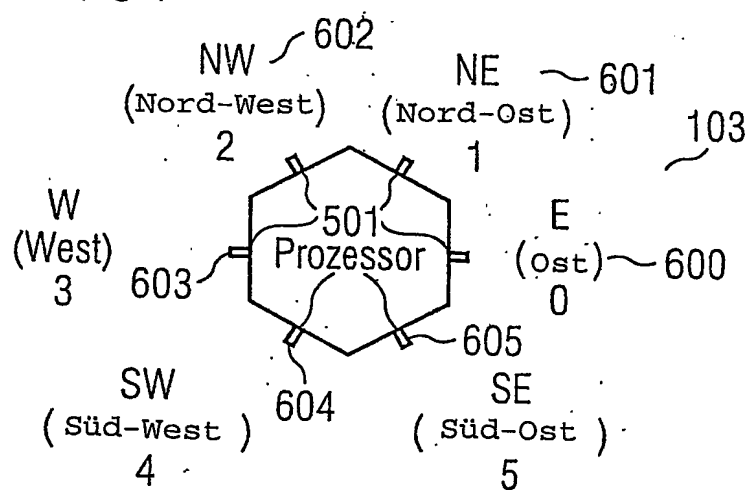


FIG 6



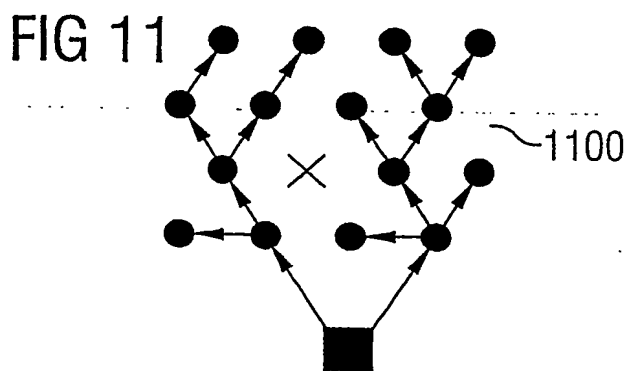
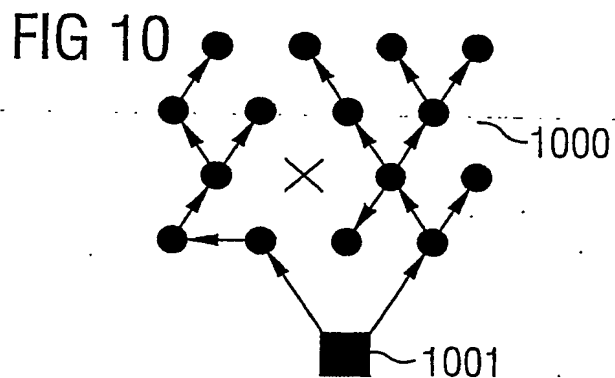
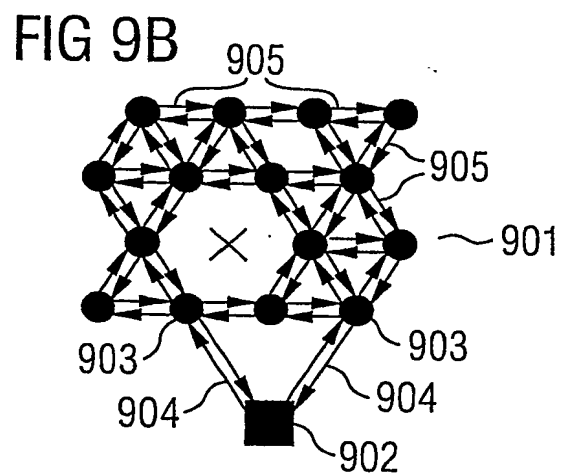
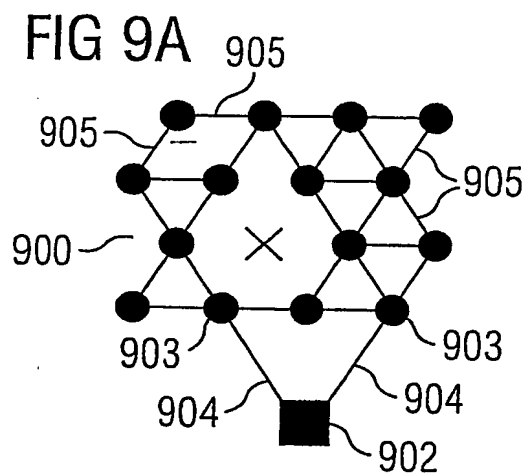
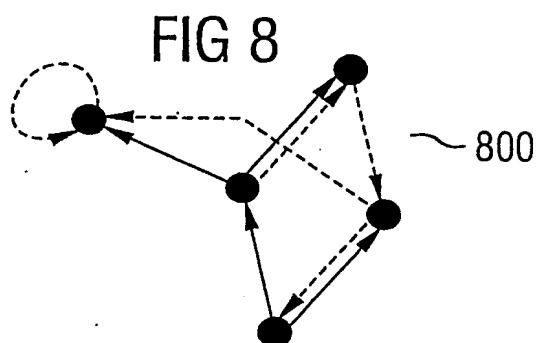
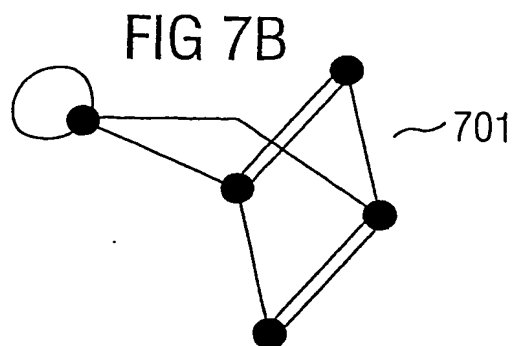
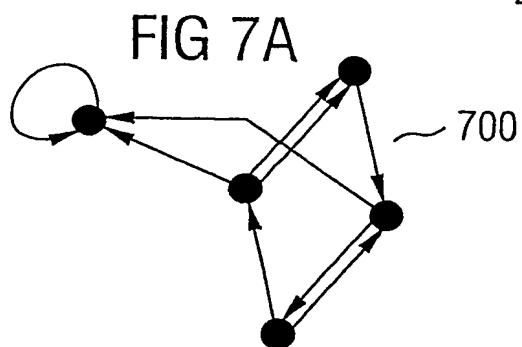


FIG 12A

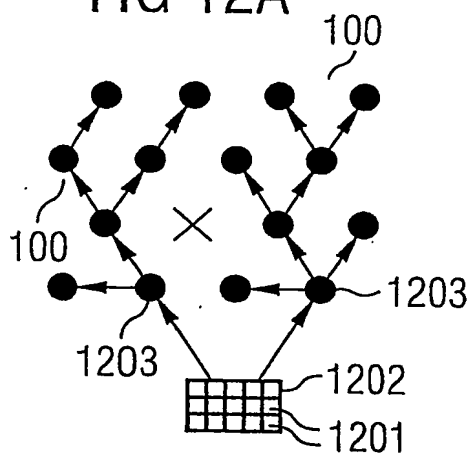


FIG 12B

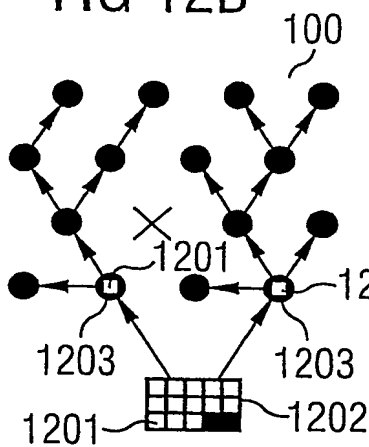


FIG 12C

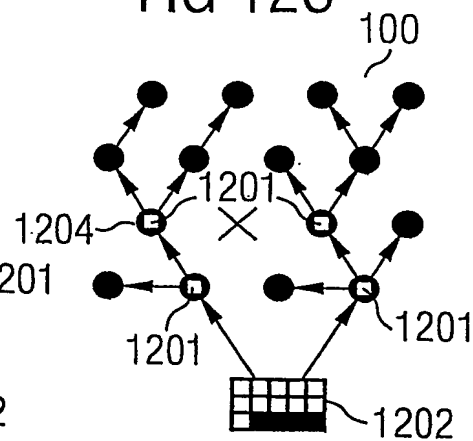


FIG 12D

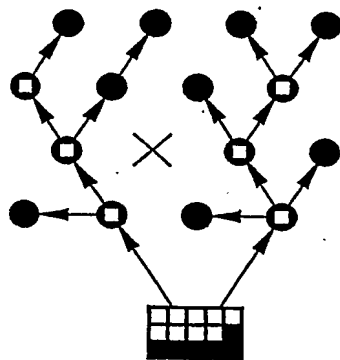


FIG 12E

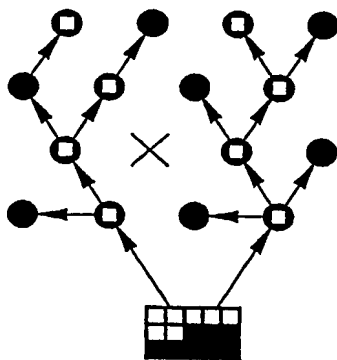


FIG 12F

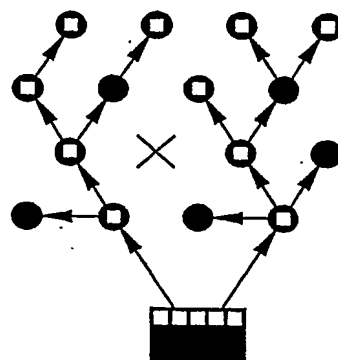


FIG 12G

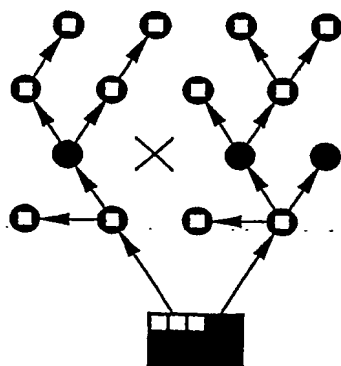


FIG 12H

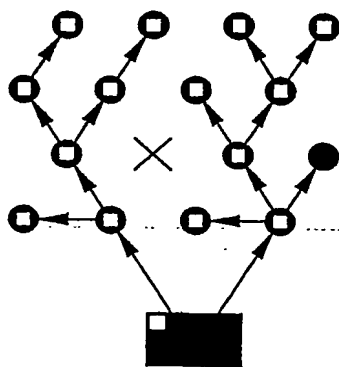


FIG 12J

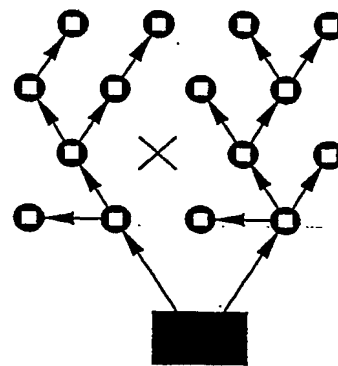


FIG 13A

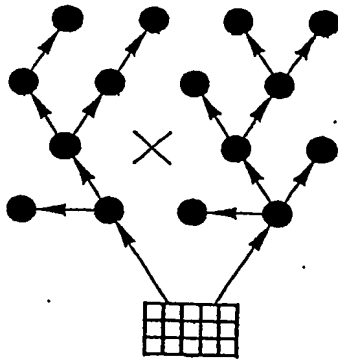


FIG 13B

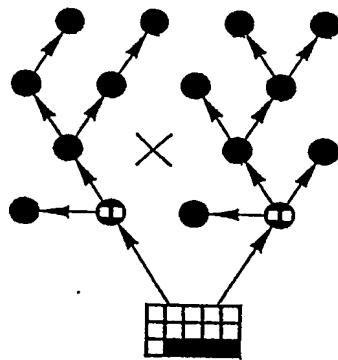


FIG 13C

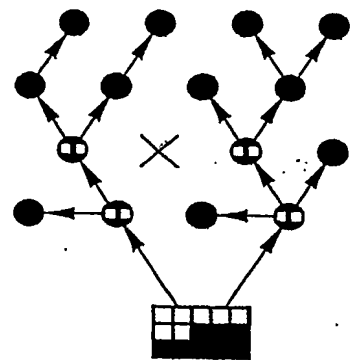


FIG 13D

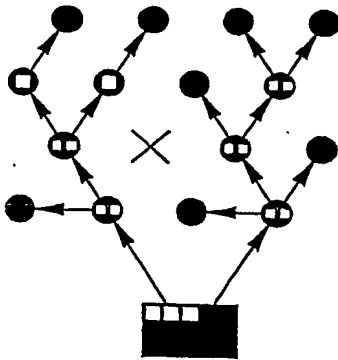


FIG 13E

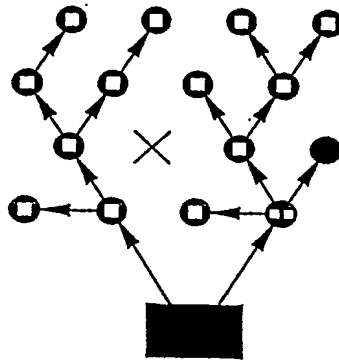


FIG 13F

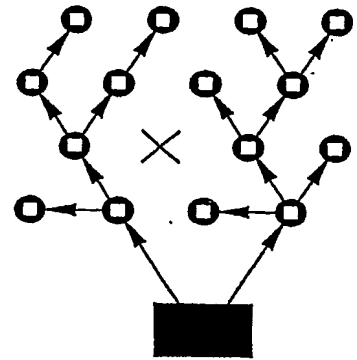


FIG 14

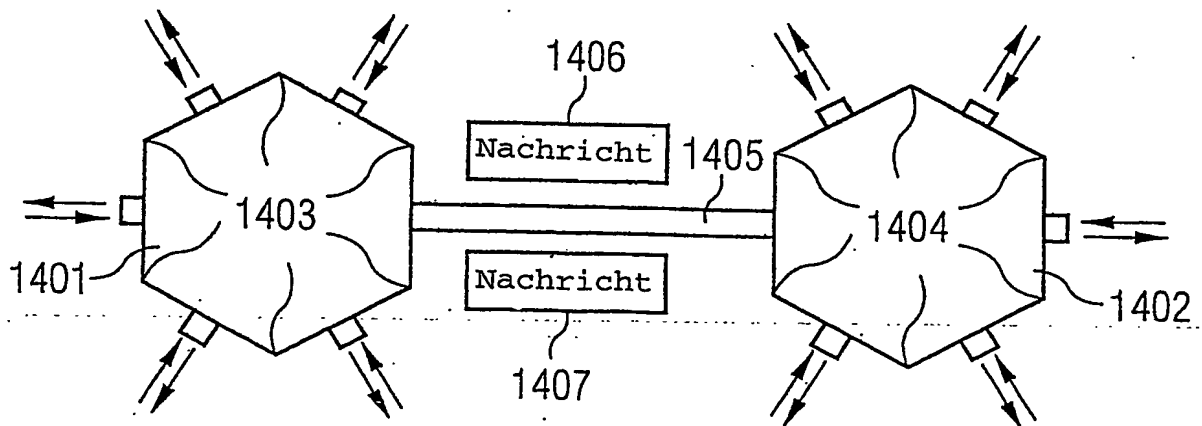


FIG 15

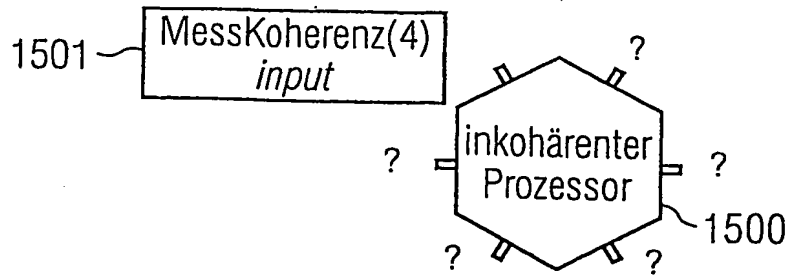


FIG 16

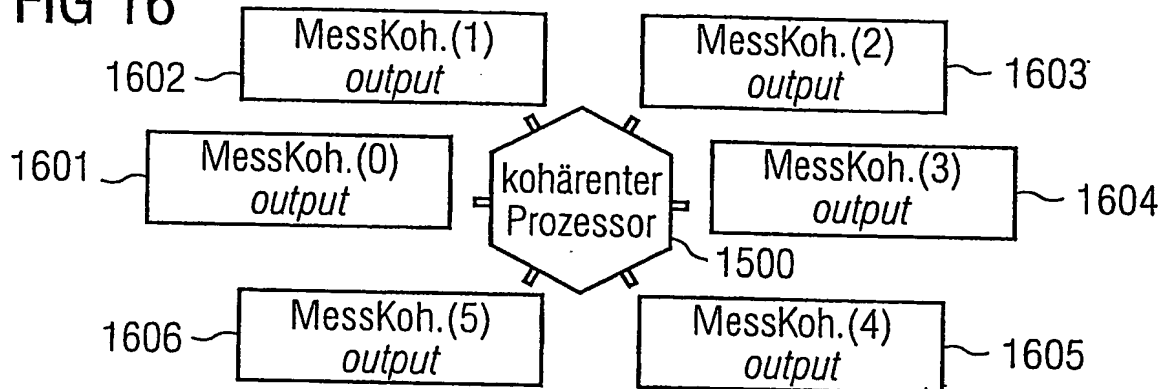


FIG 17

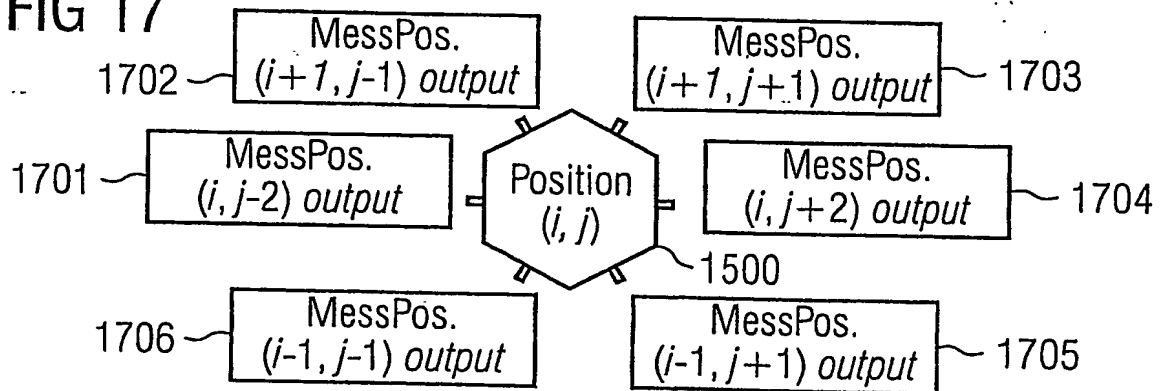


FIG 19

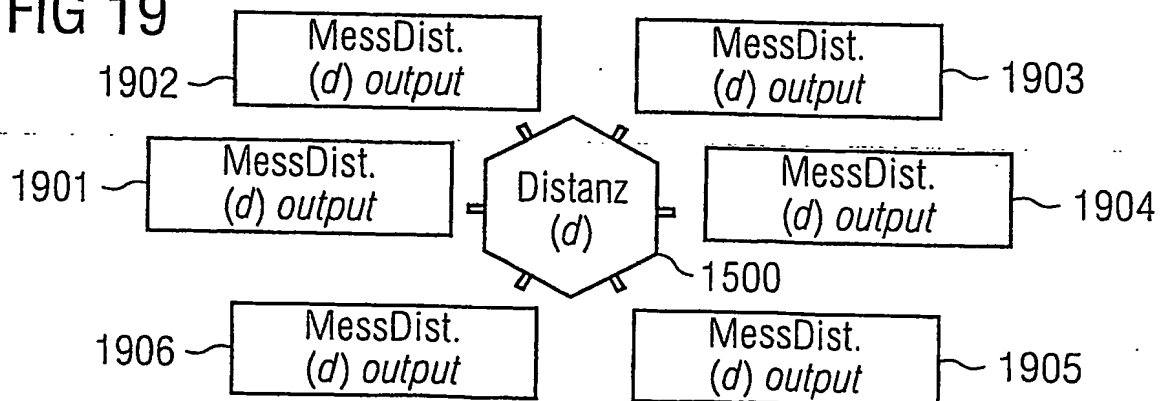


FIG 18

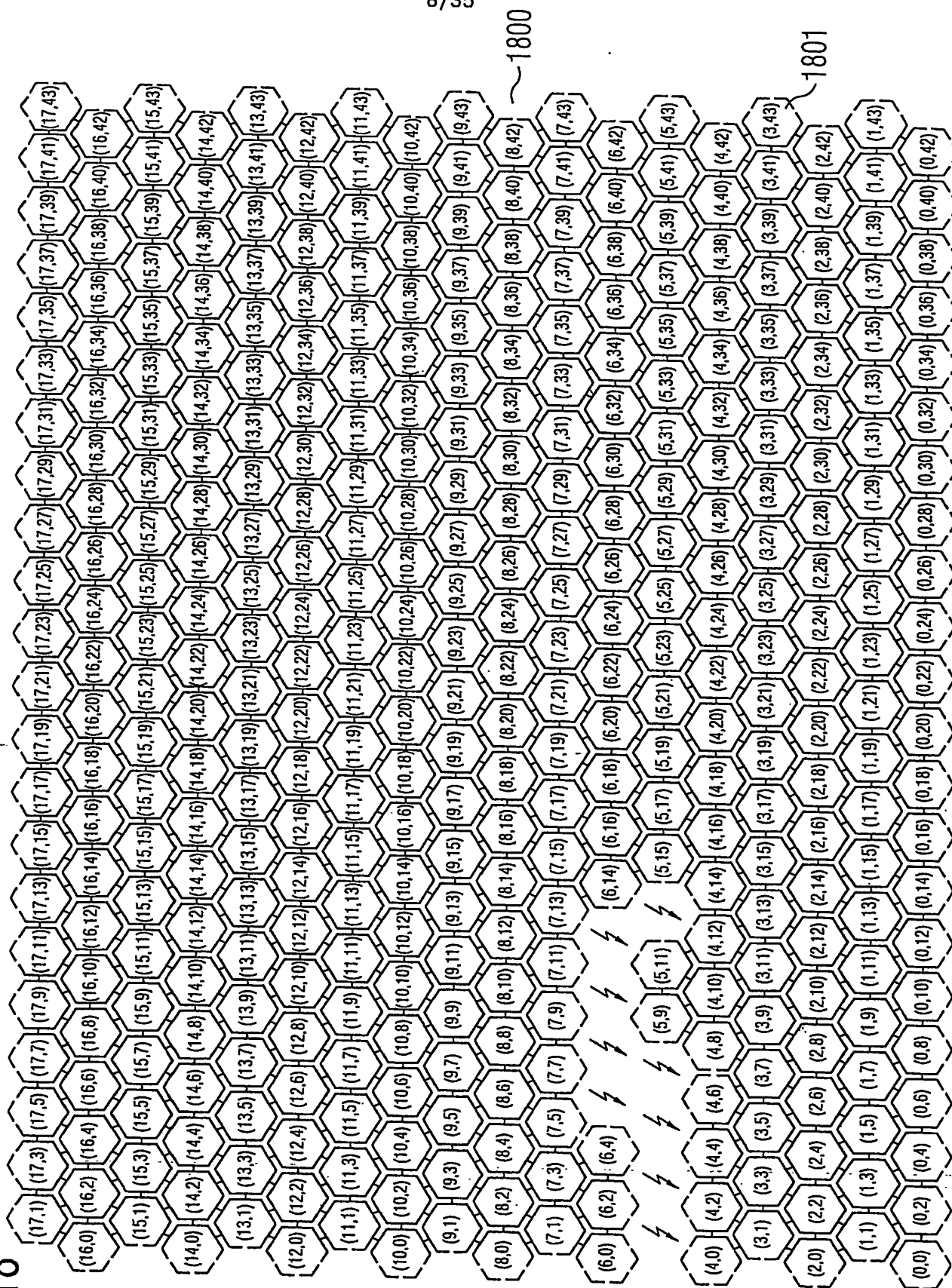


FIG 20

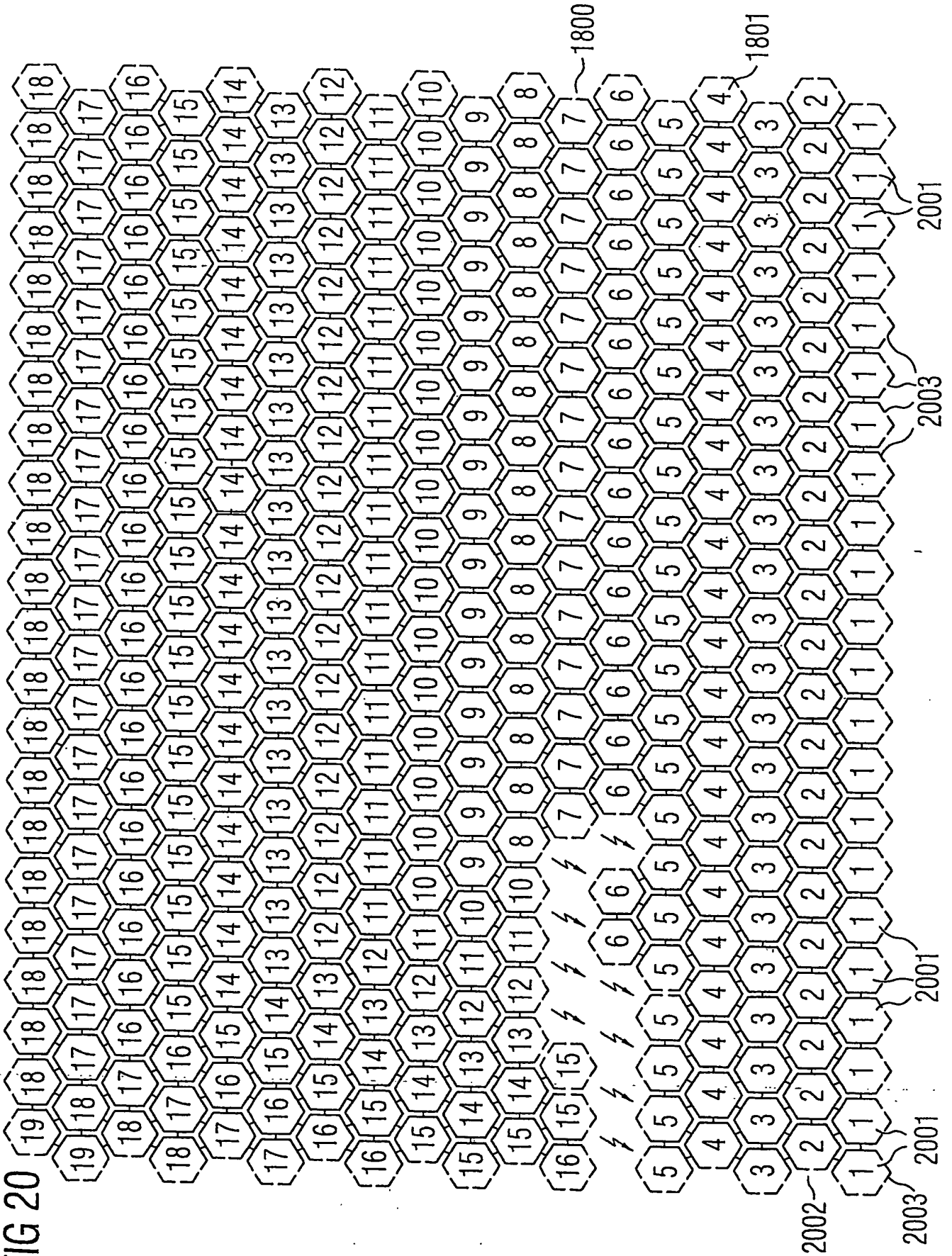


FIG 21

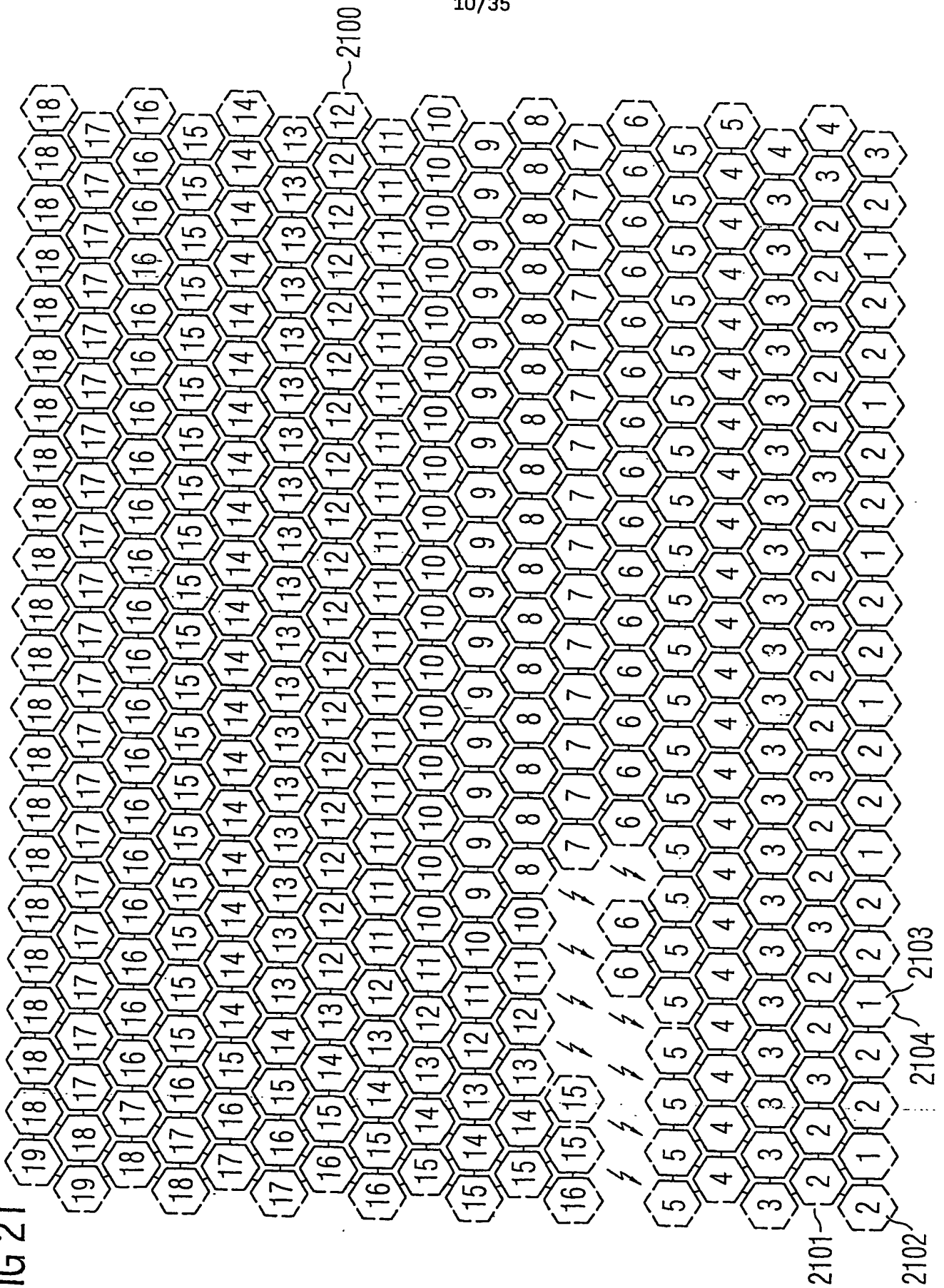


FIG 22

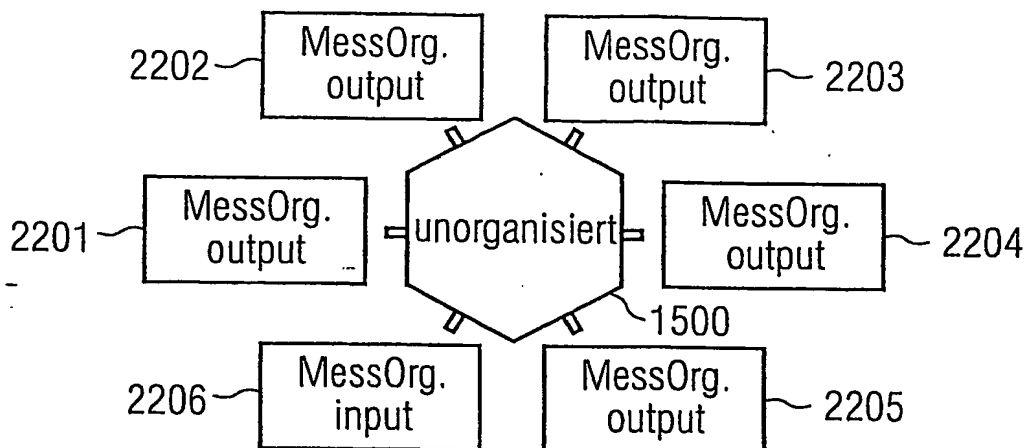


FIG 23

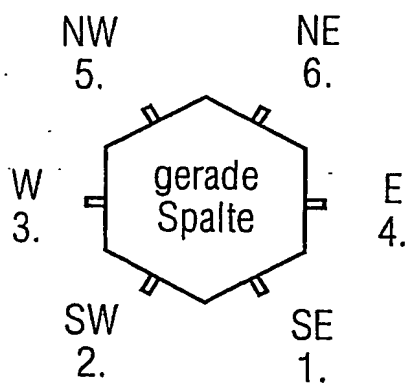


FIG 24

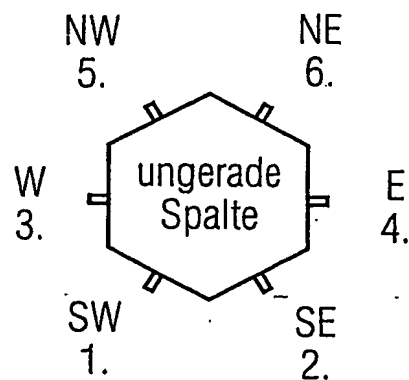


FIG 25

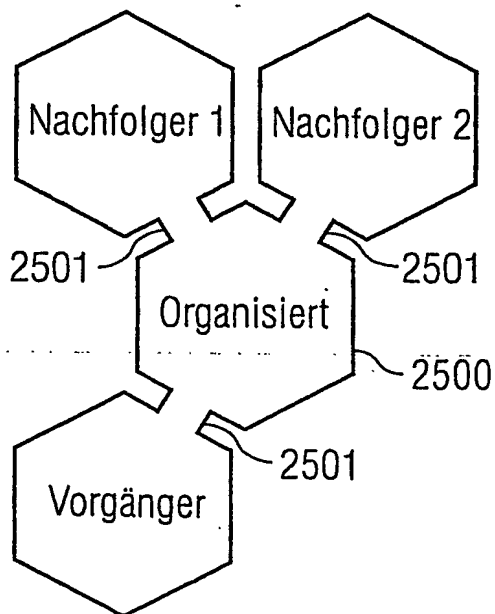


FIG 26

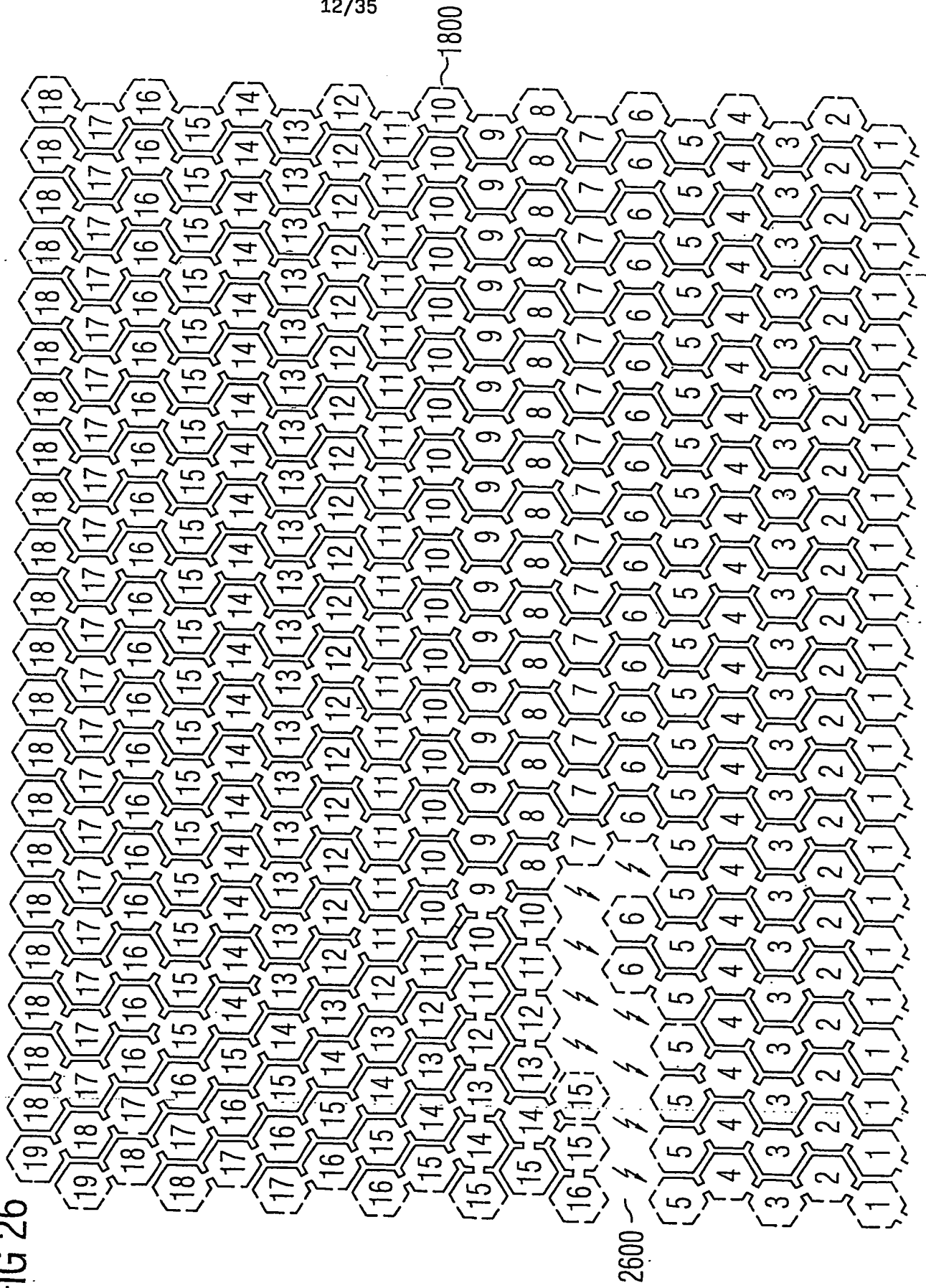


FIG 27

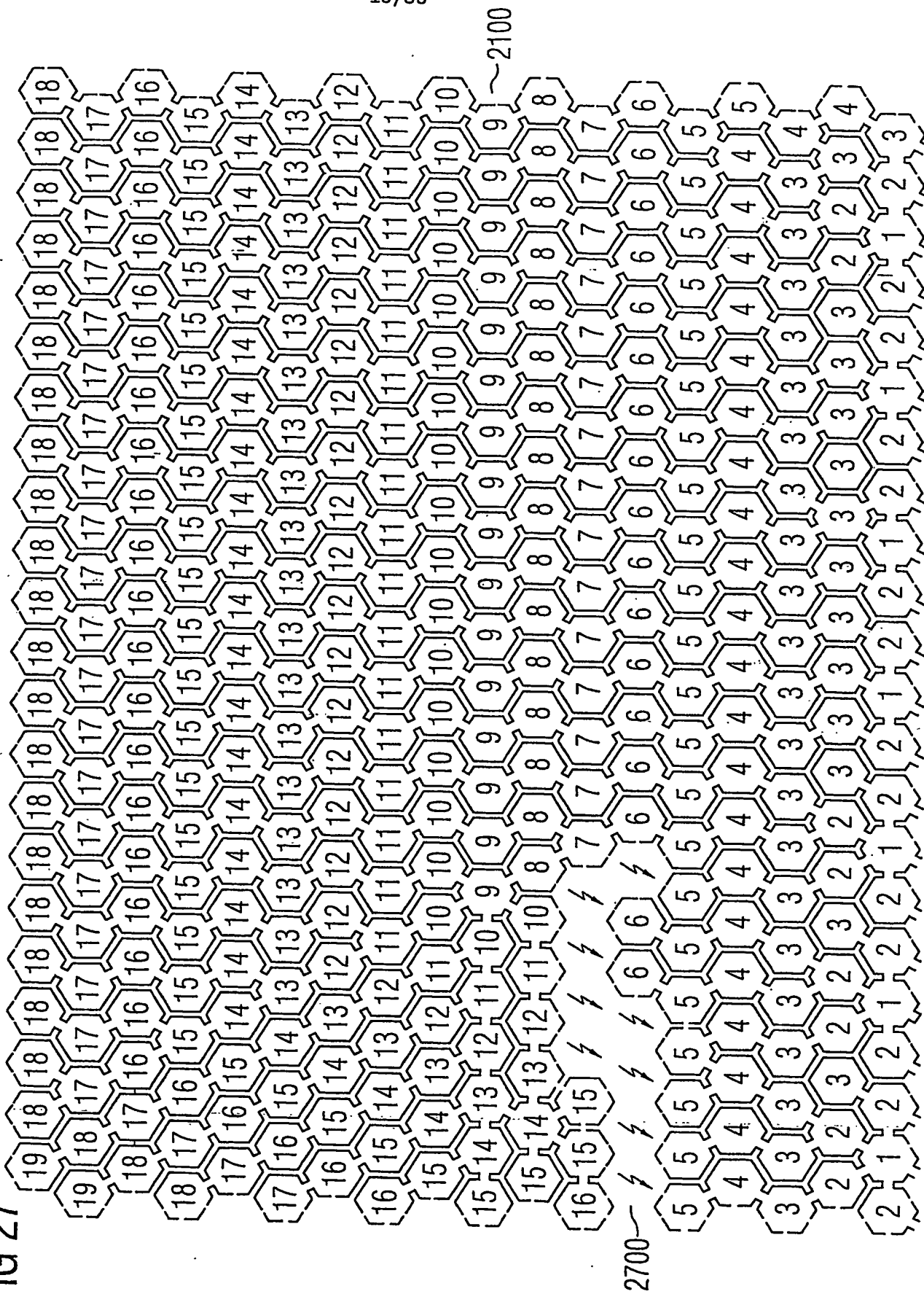


FIG 28

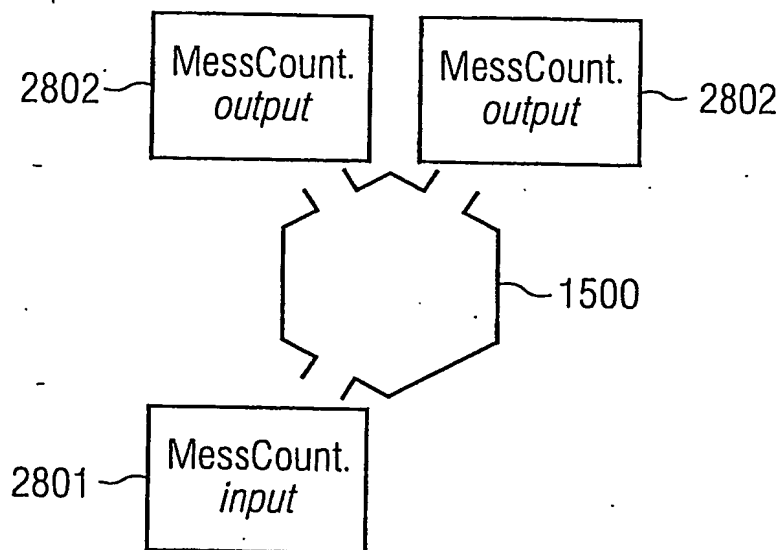


FIG 29

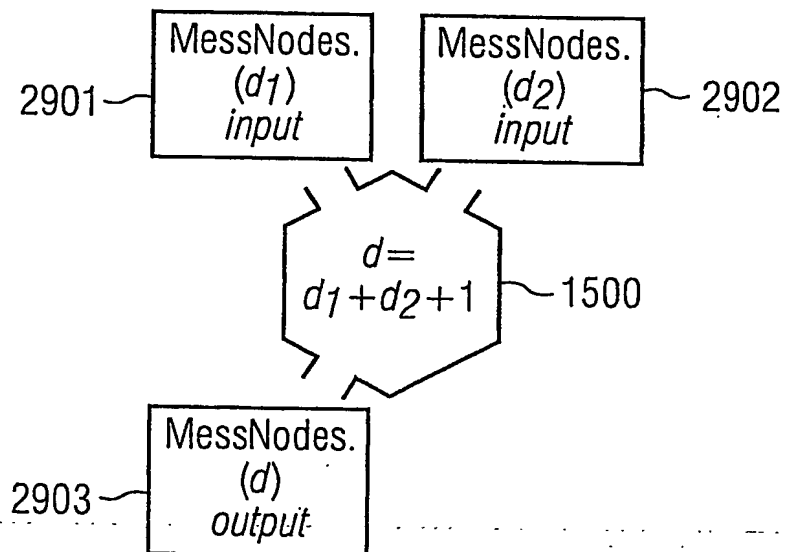


FIG 32

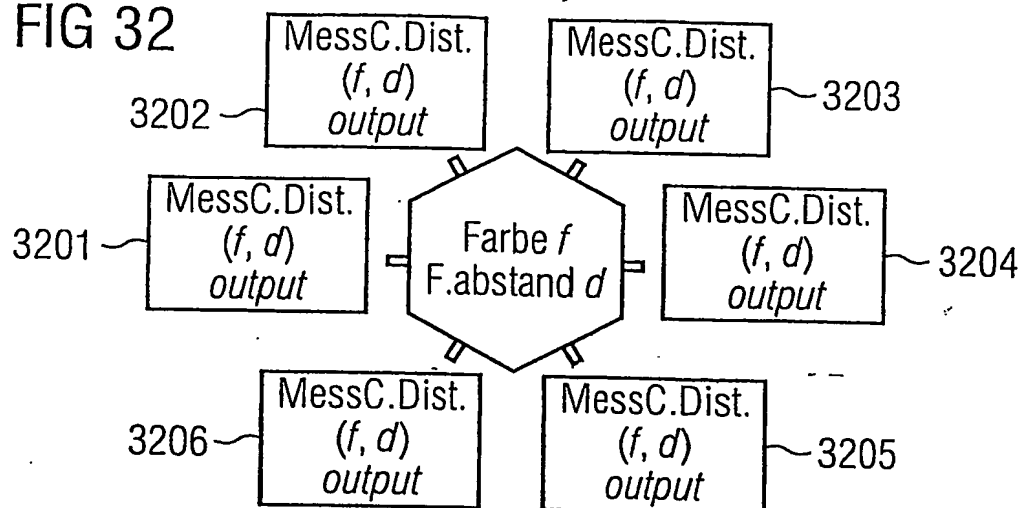


FIG 33

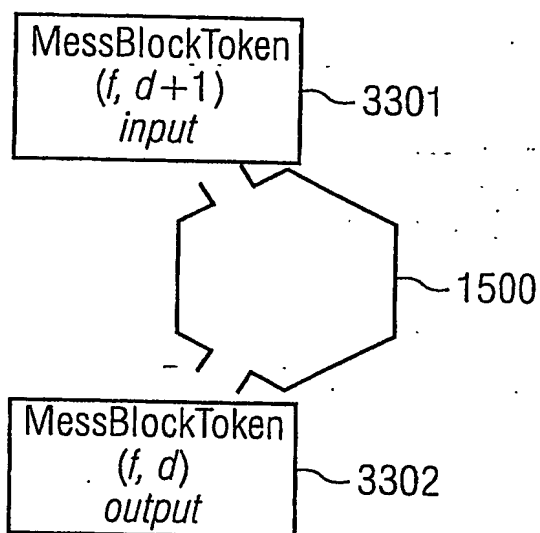
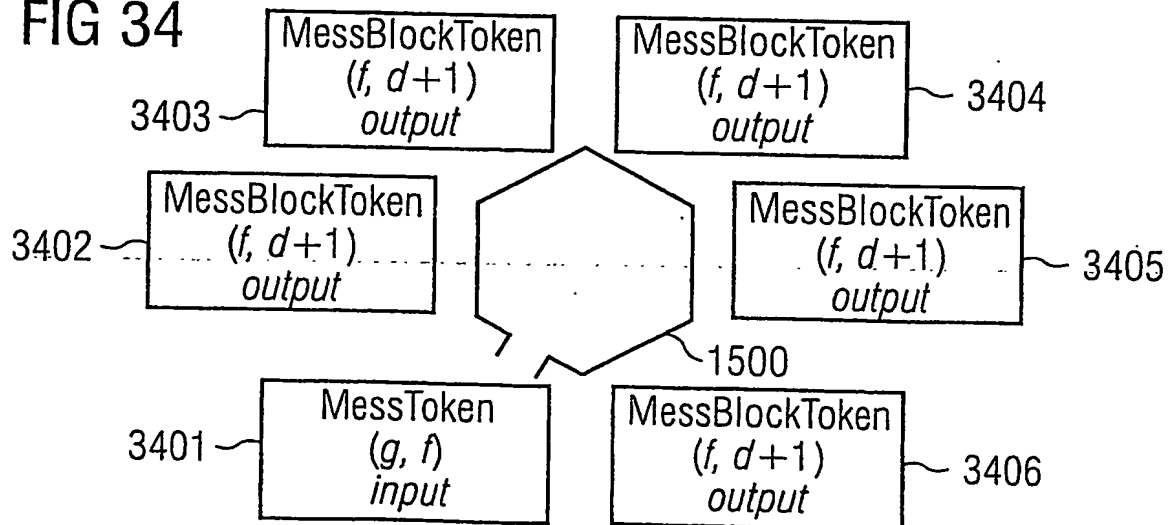


FIG 34



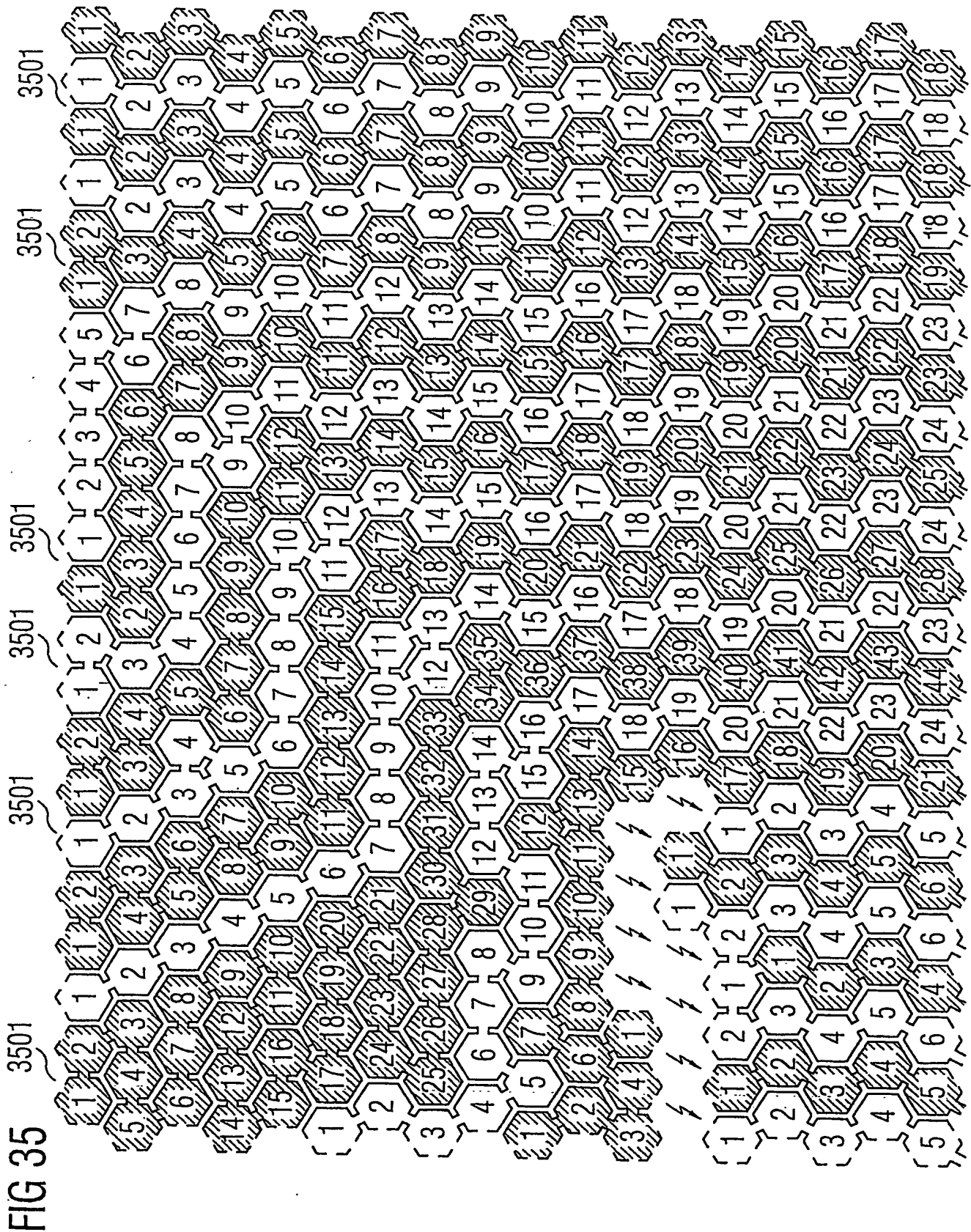


FIG 36

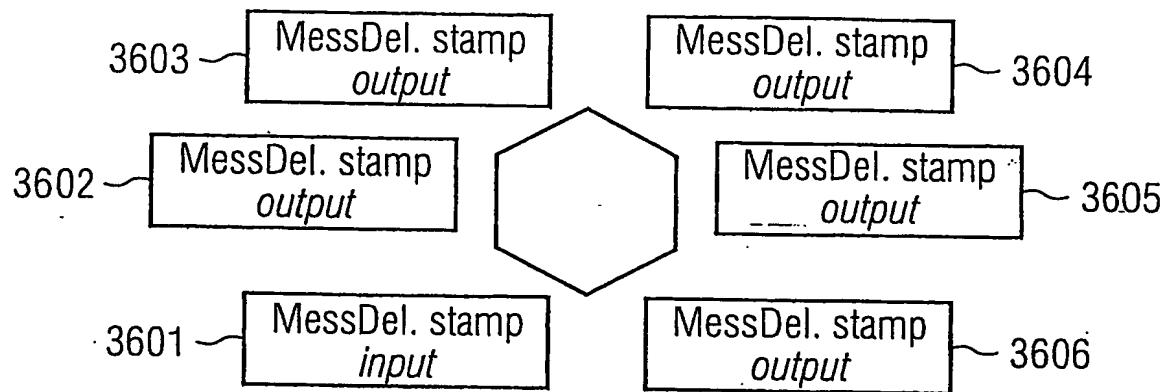


FIG 37

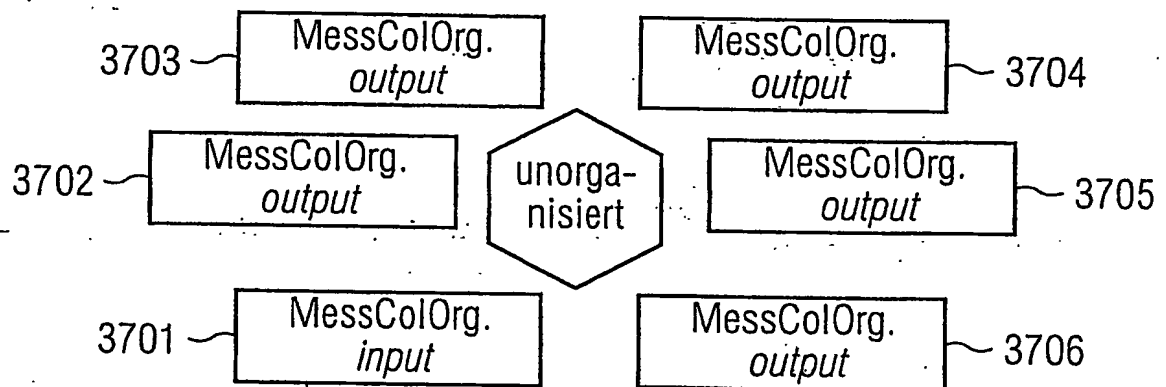
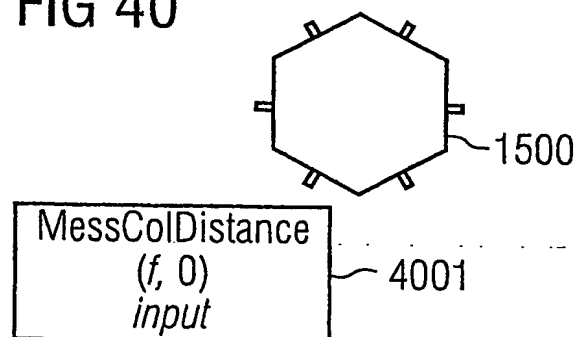


FIG 40



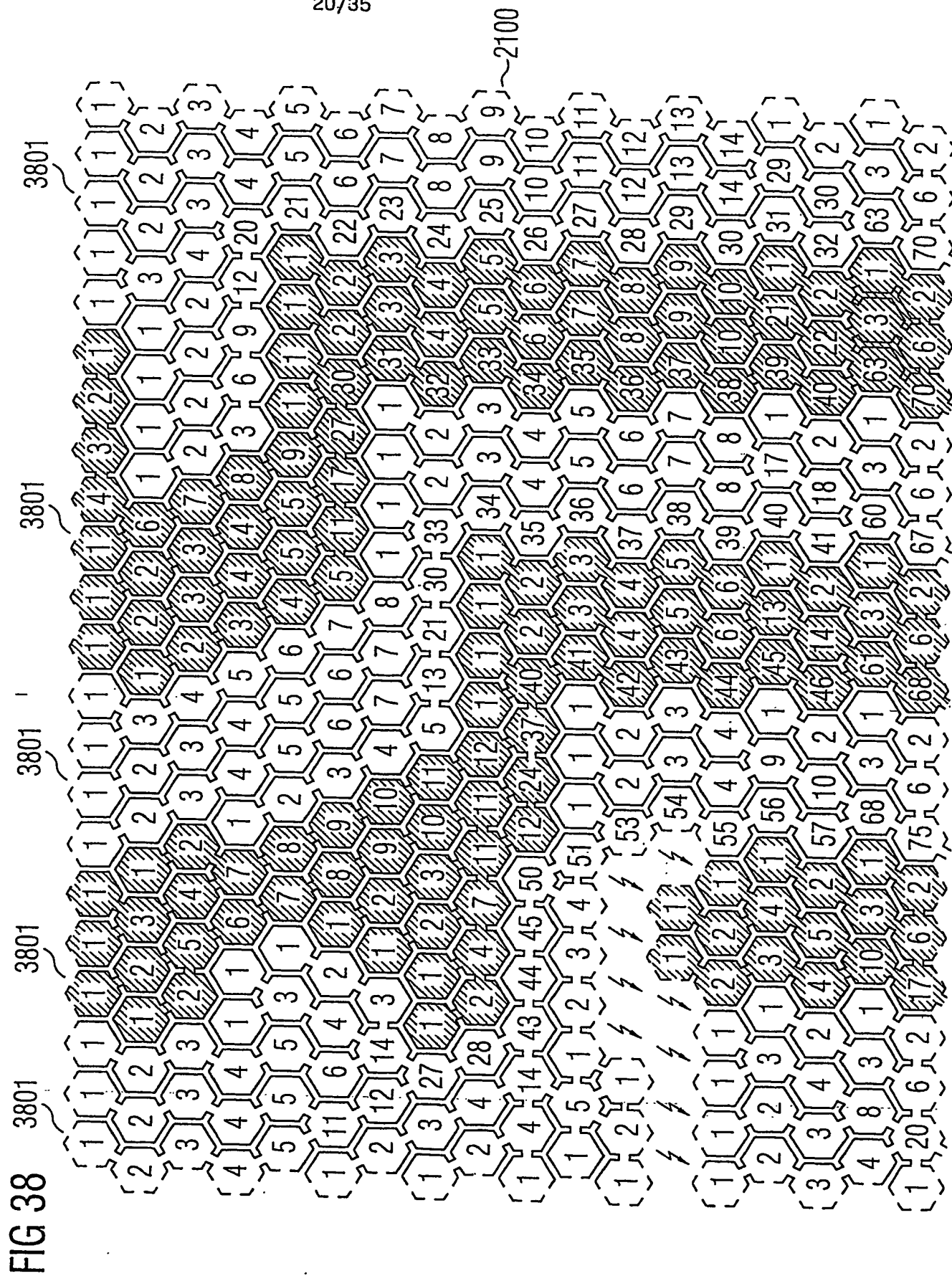


FIG 39

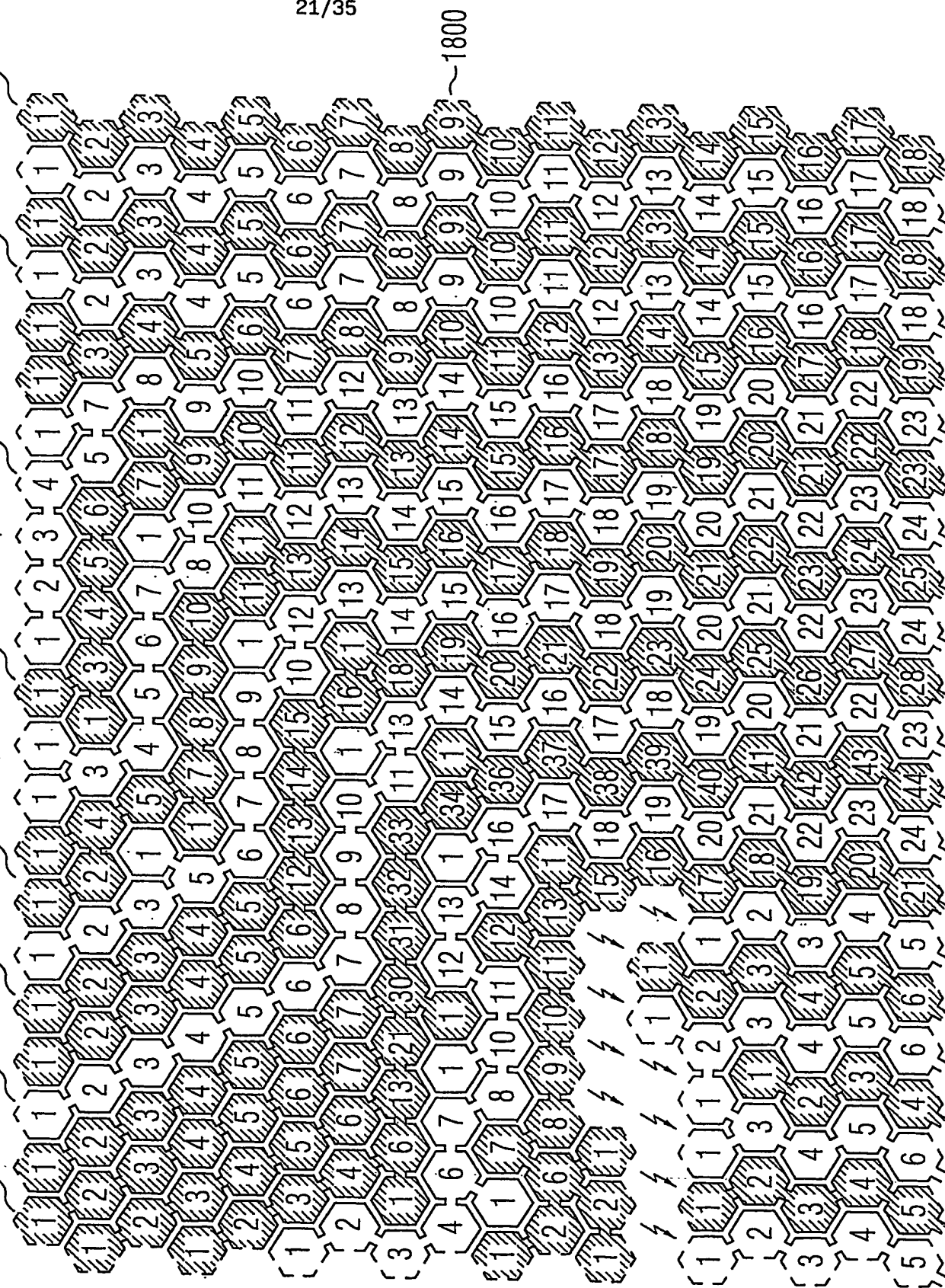


FIG 41

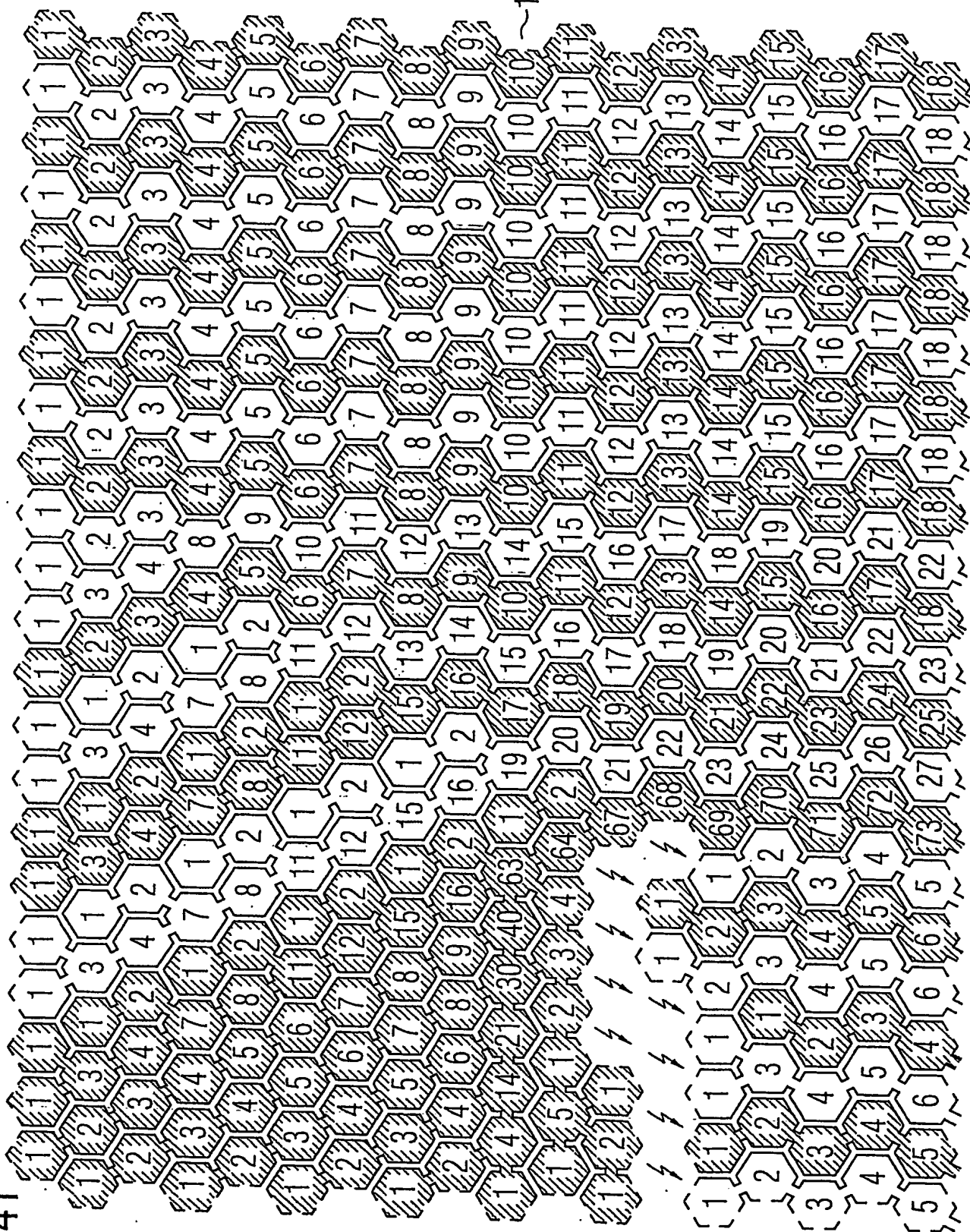


FIG 42

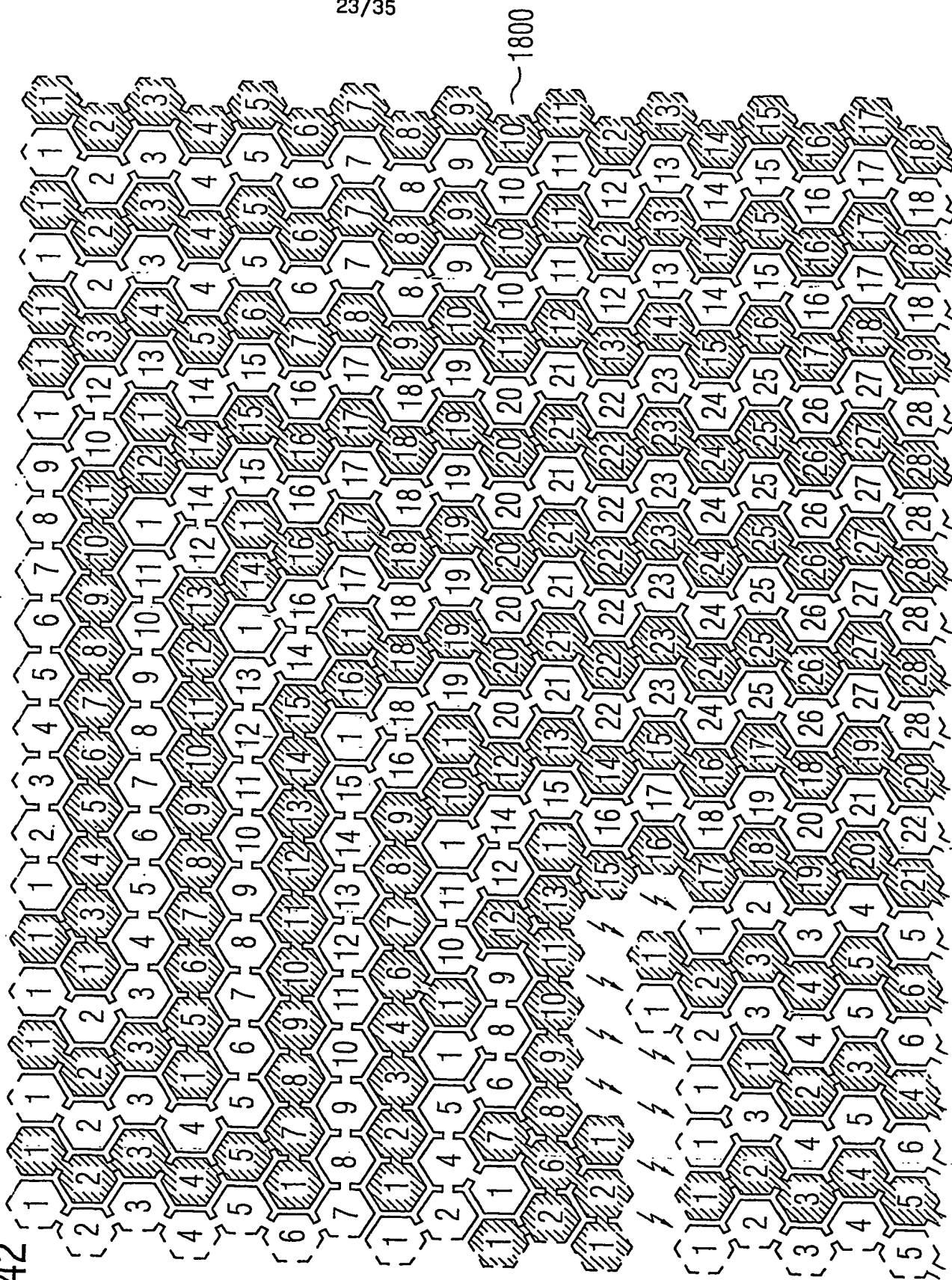


FIG 43

24/35

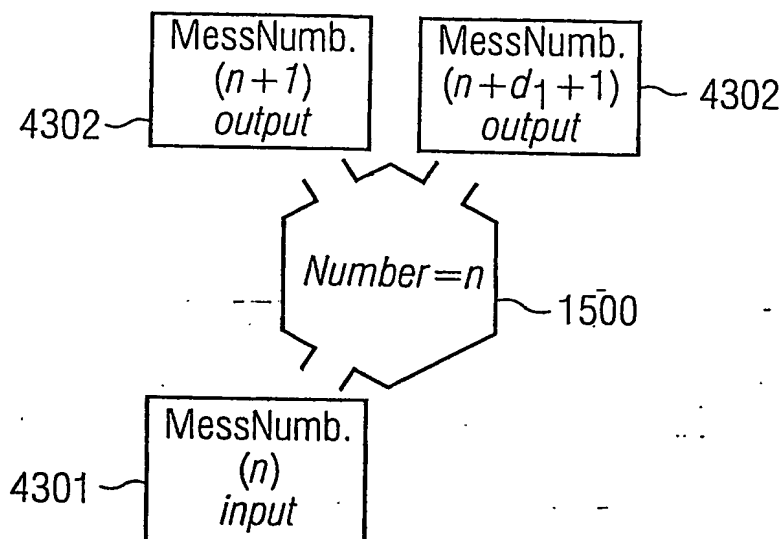


FIG 46

Beispiel: Routing-Tabelle Pixel Nr.123	
Nachrichtennummer n	Aktion
123	selbst Empfänger!
$124 \leq n \leq 135$	Versenden über Ausgang 1
$136 \leq n \leq 146$	Versenden über Ausgang 2
sonst	Fehler

4600

FIG 48

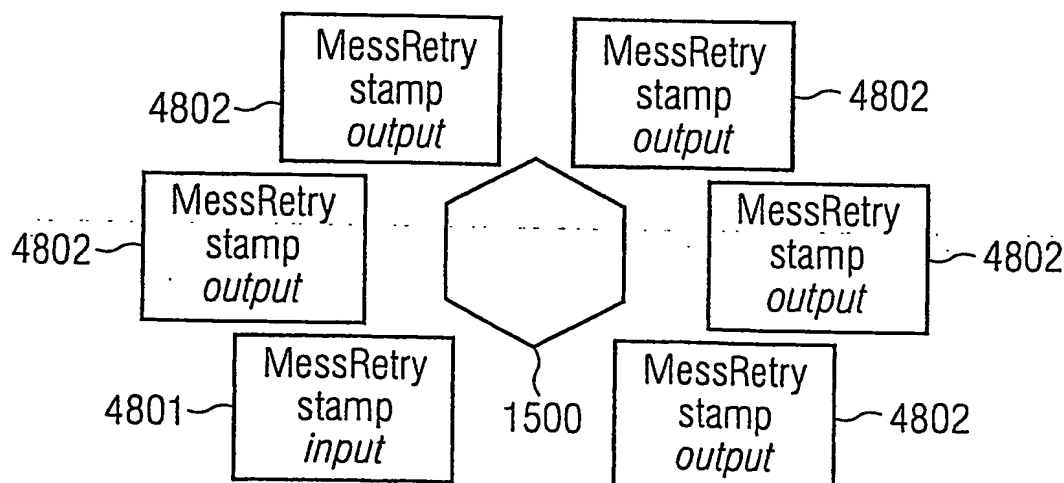


FIG 44

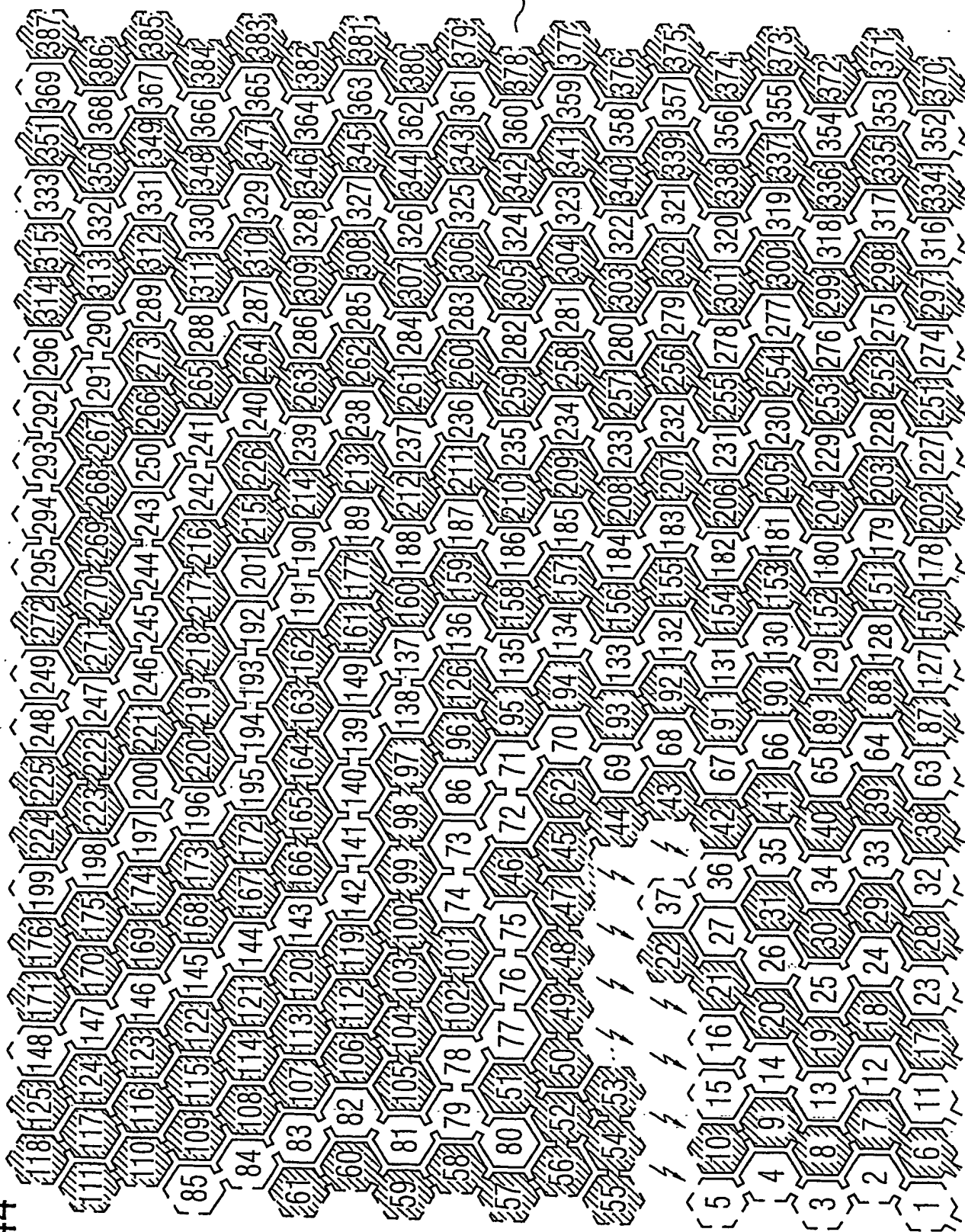
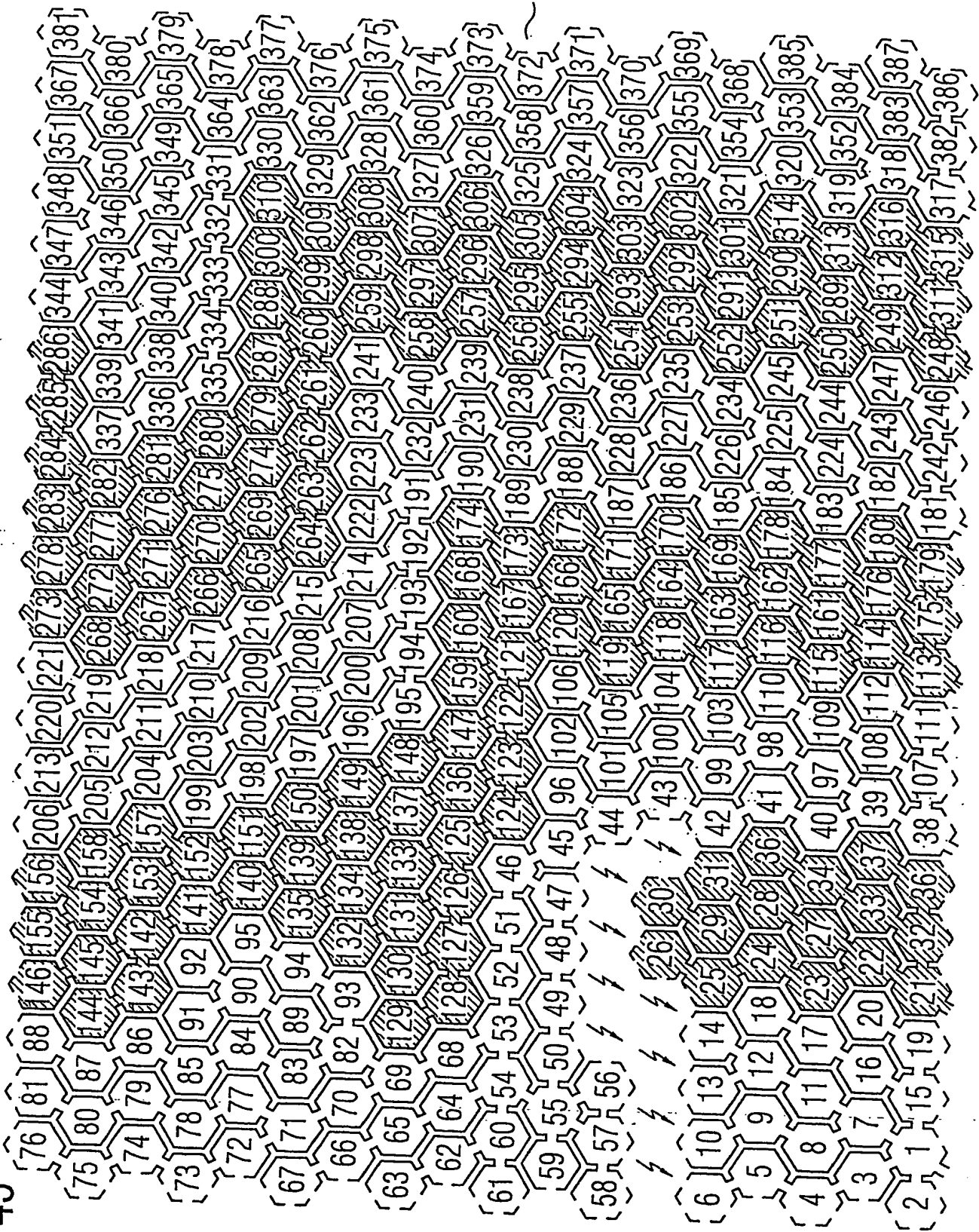


FIG 45



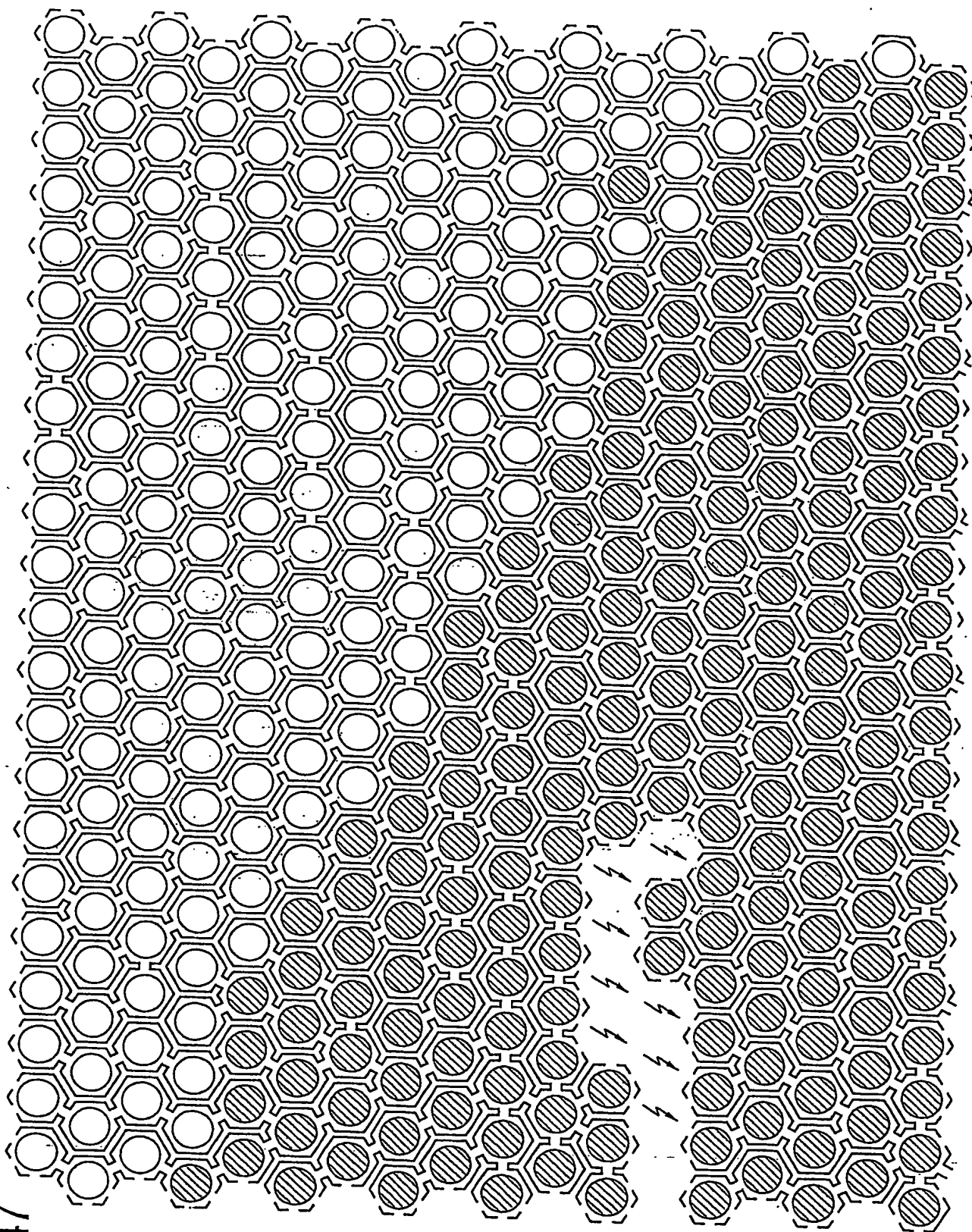


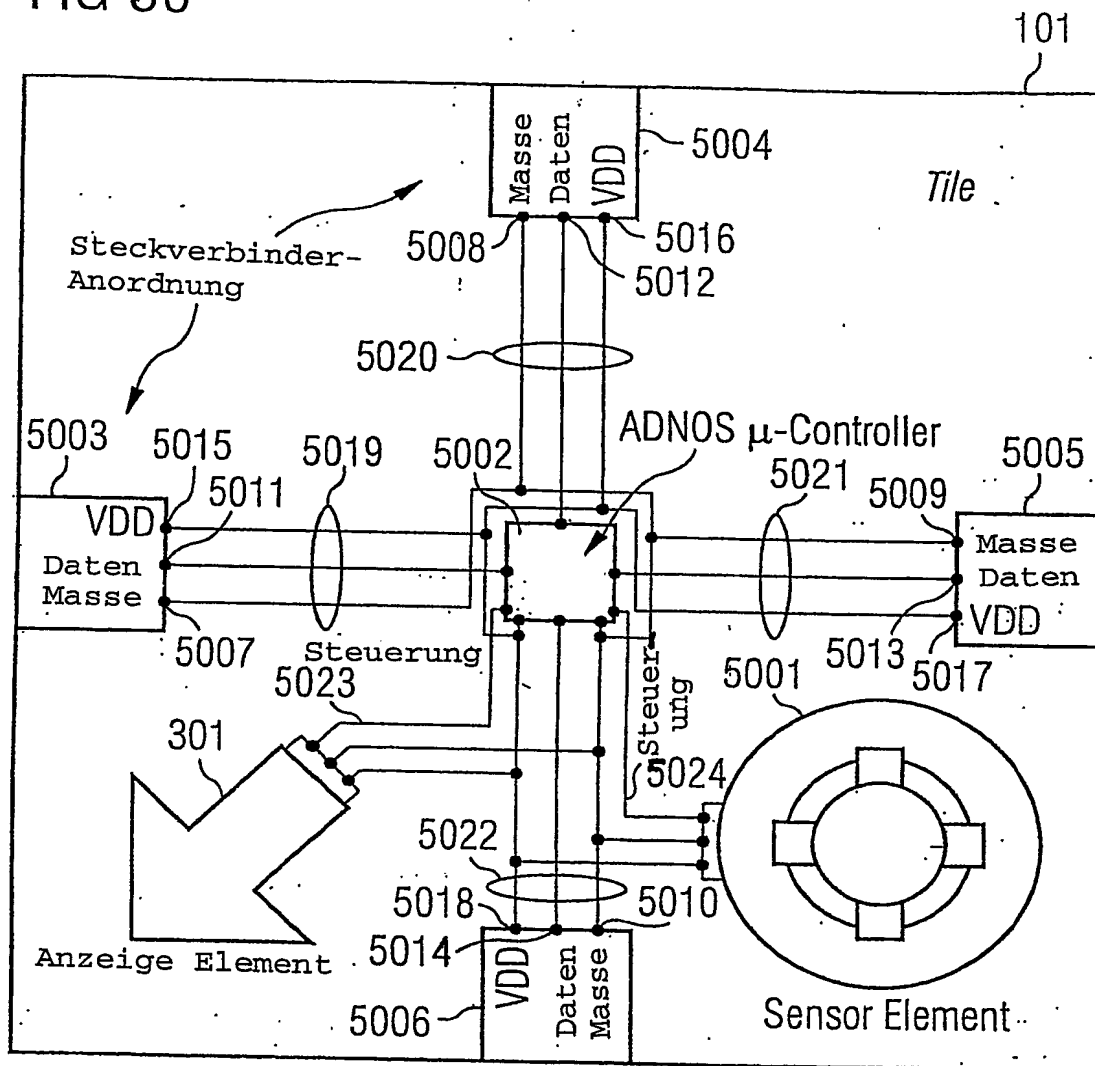
FIG 47

FIG 49

Nachricht	Parameter
MessBlock Token	Farbe, Farbabstand
MessChannel	- -
MessColDistance	Farbe, Farbabstand
MessCollectinfo	Zeile, Spalte, Pixelnummer, Abstand, Farbabstand, Durchsatz
MessColOrganize	- -
MessCountNodes	-
MessDeleteChannels	Stempel
MessDistance	Abstand
MessError	Pixelnummer, Verbindungsnummer
MessKoherenz	Richtung
MessNodesSize	Durchsatz
MessNumbering	Pixelnummer ..
MessOrganize	-
MessPosition	Zeile, Spalte
MessReset	-
MessRetry	Stempel
MessRGB	Pixelnummer, Rot, Grün, Blau
MessToken	Gewicht, Farbe

29/35

FIG 50



30/35

FIG 51

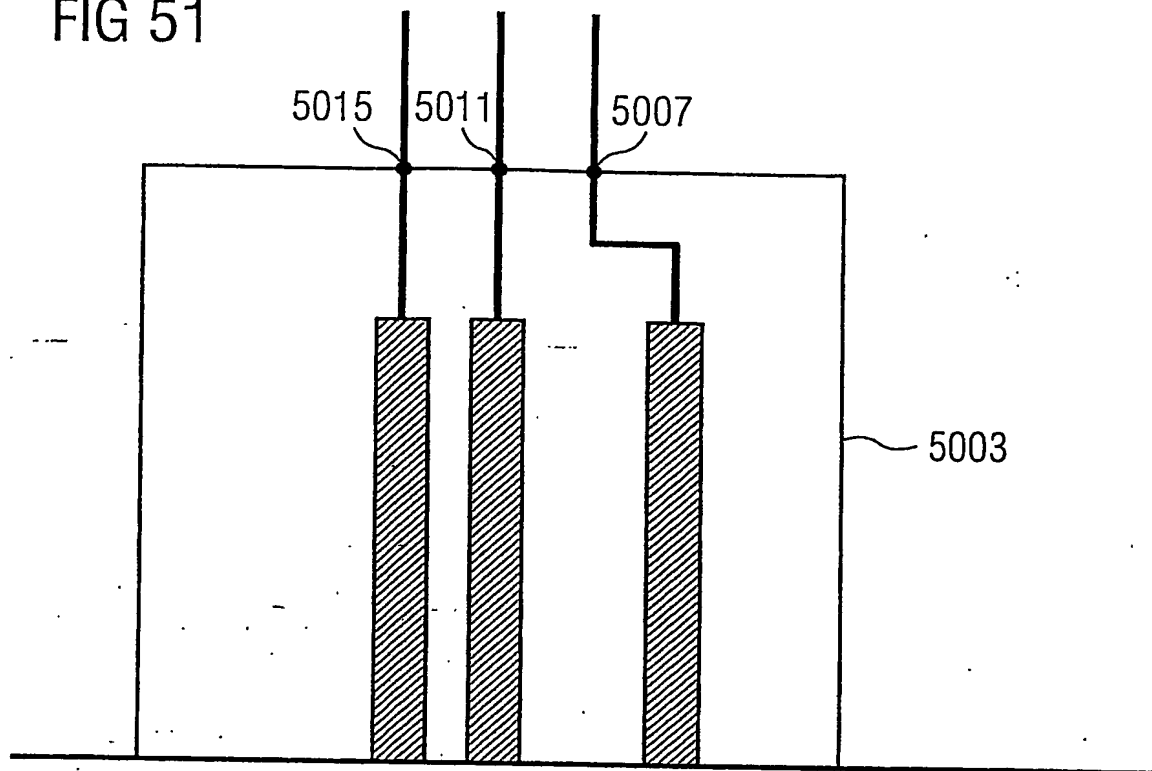


FIG 52A

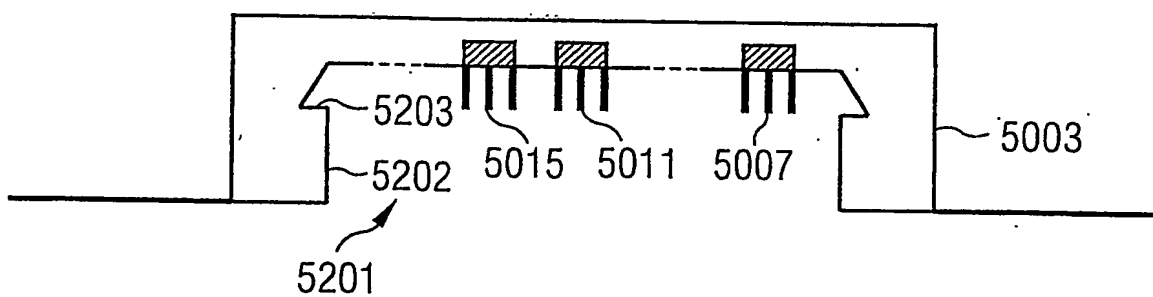


FIG 52B

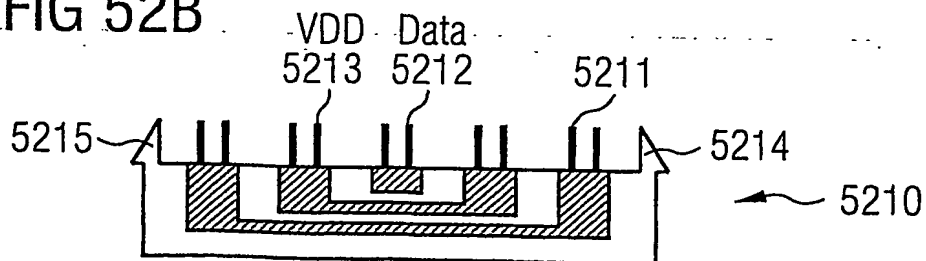


FIG 53

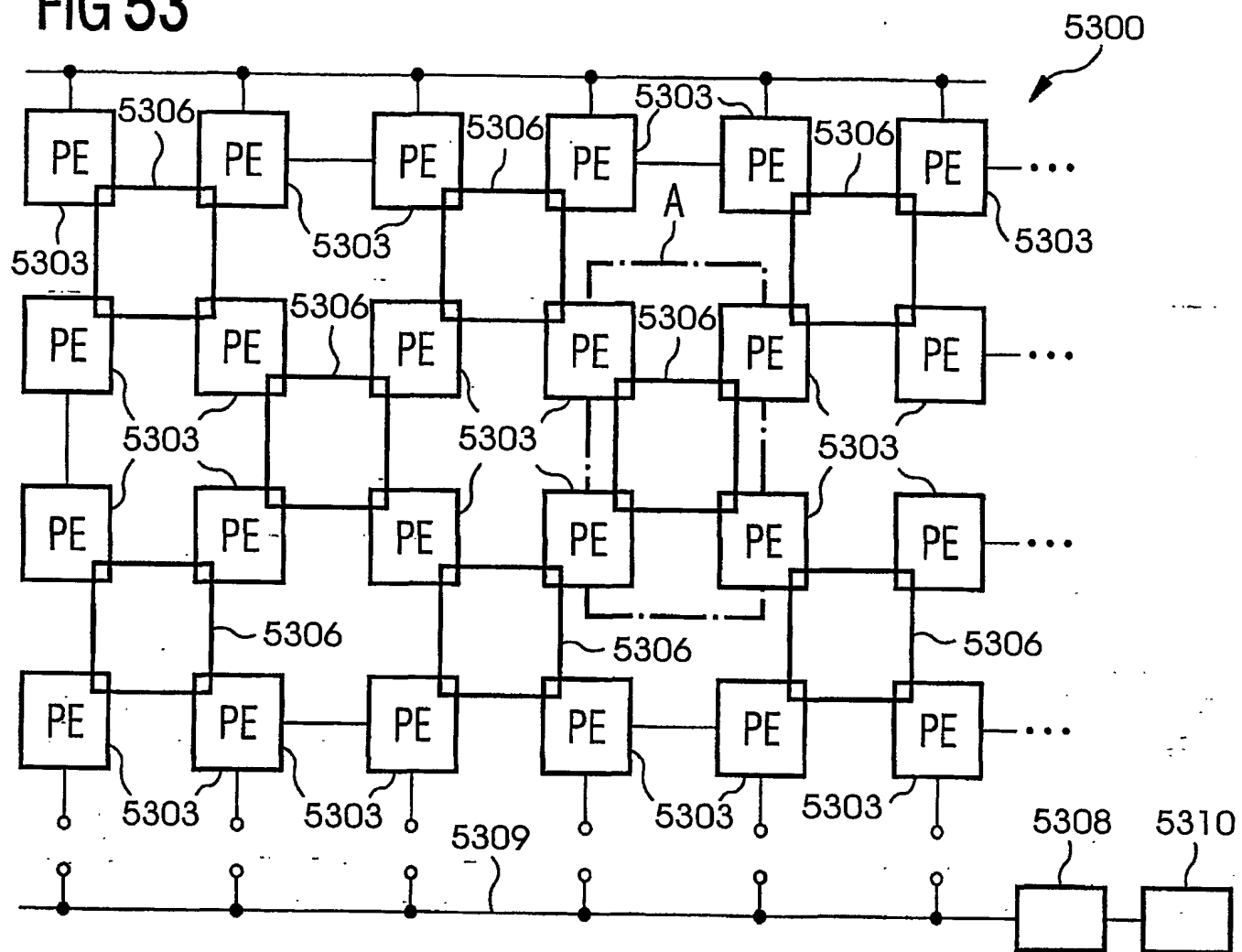


FIG 54

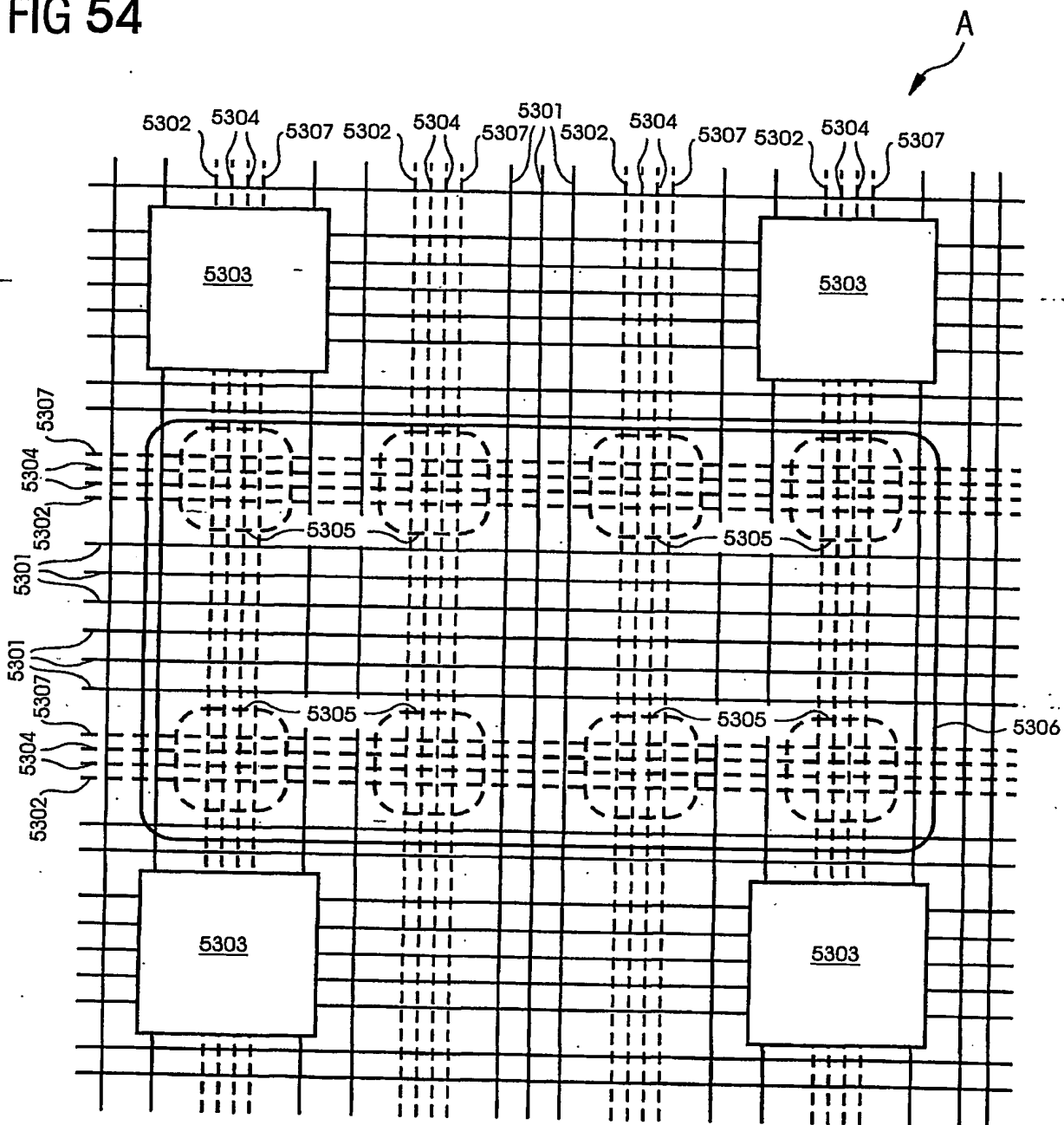


FIG 55

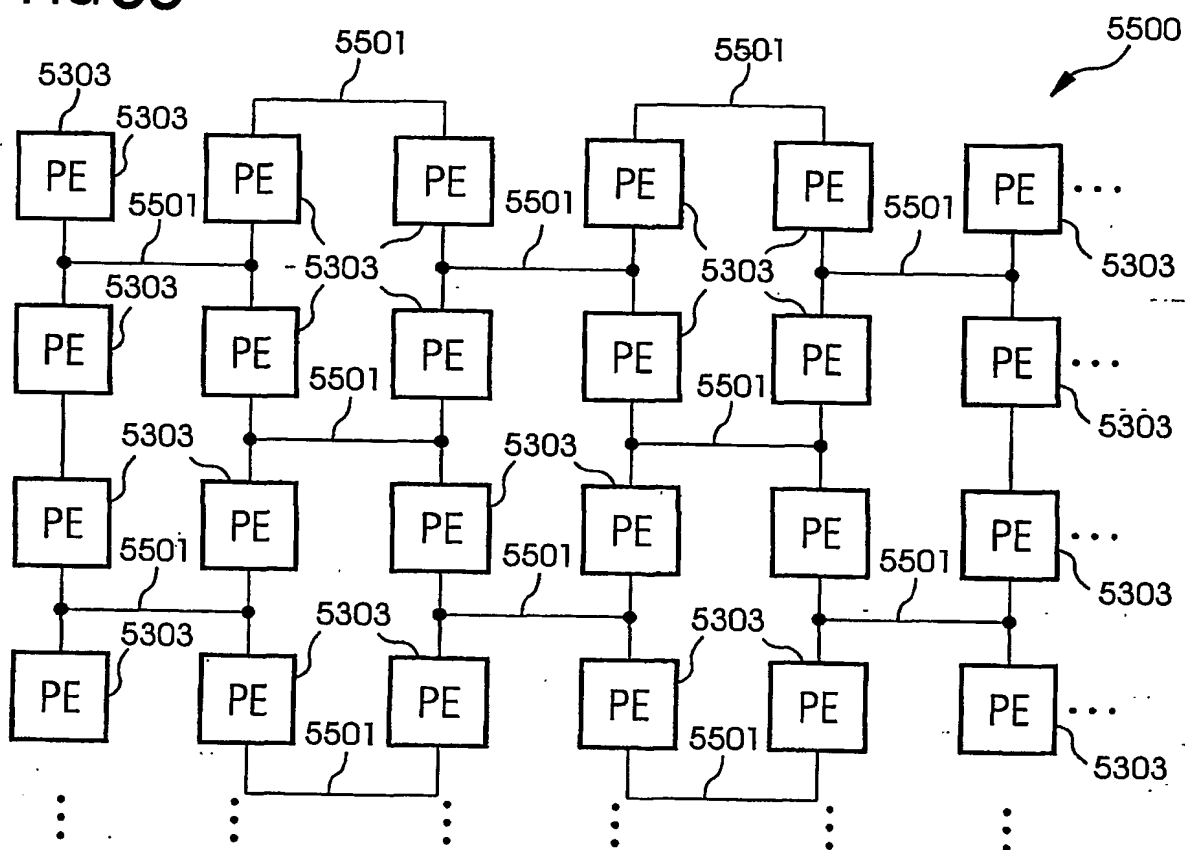


FIG 56.

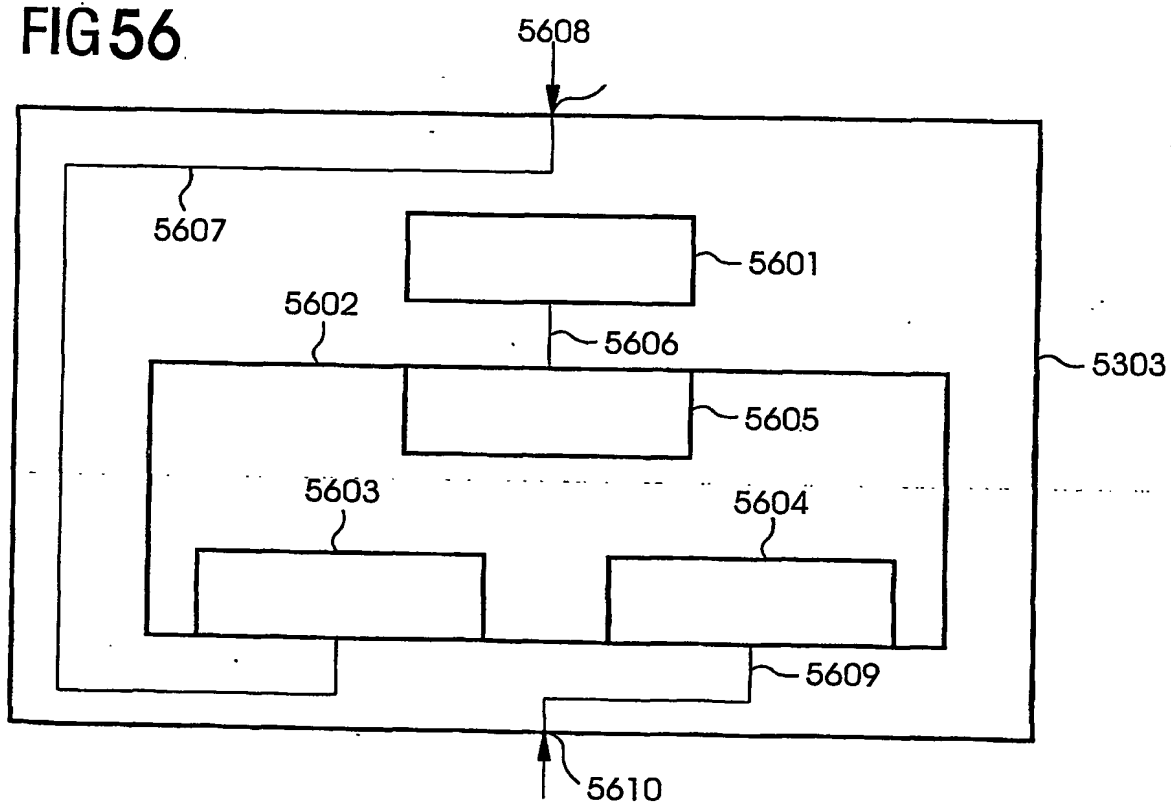


FIG 57

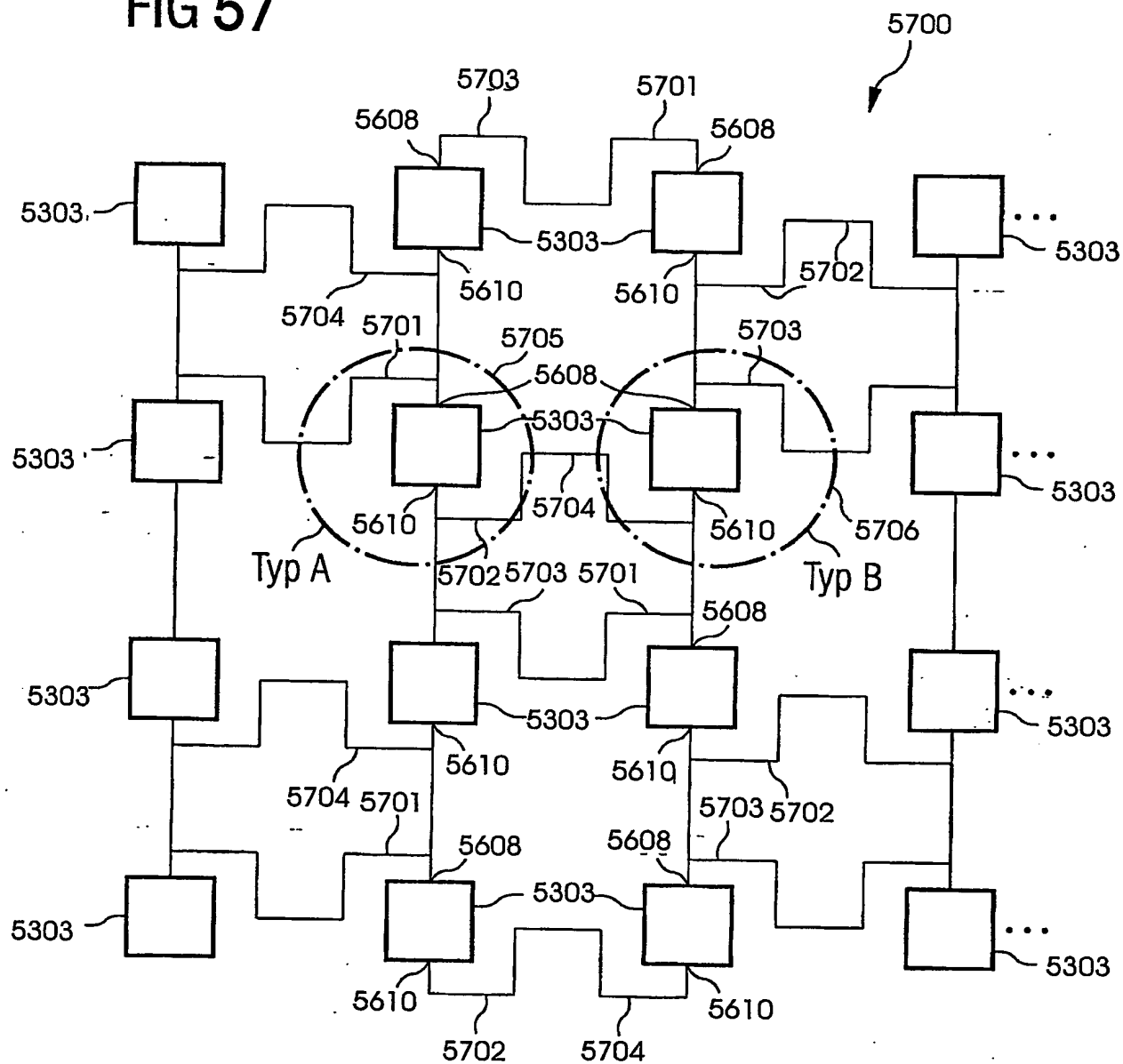


FIG 58

35/35

